

TARTU ÜLIKOOLI VILJANDI KULTUURIAKADEEMIA

Rahvusliku käsitöö osakond
rahvusliku metallitöö õppekava

Mark Netšajev

MOKUMEGANE TEHNOLOOGIAS EHTEKOMPLEKT

lõputöö

Juhendajad: Anni Kagovere, MA

Eilve Manglus, MA

Kaitmisele lubatud

Viljandi 2019

SISUKORD

SISUKORD	2
SISSEJUHATUS	3
1.1. MOKUMEGANE TEHNIKA JA AJALUGU.....	5
1.2. TEHNOLOOGILISE PROTSESSI KIRJELDUS ERI AUTORITE NÄITEL	9
2. MOKUMEGANE TEHNIKAS EHETEKOMPLEKTI VALMISTAMINE	11
2.1. ETTEVALMISTAVAD KATSETUSED.....	11
2.3 MATERJALI DIFUSIOONÜHENDAMINE	15
2.4 MUSTRI TEGEMINE	18
3. EHTEKOMPLEKTI KUULUVATE ESEMETE VALMISTAMINE	20
3.1 KUJUNDAMINE.....	20
3.2 KÄEVÕRU.....	21
3.3 SÕRMUS	23
3.4 MANSETINÕÖBID.....	25
3.5 PATINEERIMINE.....	28
KOKKUVÕTE.....	31
KASUTATUD ALLIKATE LOETELU	32
SUMMARY.....	33
LIHTLITSENTS	34

SISSEJUHATUS

Minu loovpraktiliseks lõputööks on mokumegane tehnoloogias valminud meeste ehtekomplekt. Kirjalikus osas tutvustan mokumegane tehnoloogiat, selle valmistamist ning ehtekomplekti valmimist.

Töö on seotud erialaga, kuna uurib ehtetööga vahetult seotud tehnoloogiat. Mokumegane on Jaapanist pärinev tehnoloogia, milles ühendatakse erinevad värvilised metallid kihtidena ühtseks materjaliks. Nii tekivad metalli pinnale huvitavad ja tähelepanu köitvad mustrid. Töö käigus kujundas ja valmistasin mokumegane materjalist selle eripärasid arvestades käevõrust, mansetinööpidest ja sõrmusest koosneva ehtekomplekti. Lõputööks sain inspiratsiooni pikaajalisest huvist mustriga metallide ja nende kordumatu dekoori vastu. Samuti huvitab mind Jaapani meistrite looming ja meisterlikkus.

Mokumegane tehnoloogias saab valmistada eri metallide kihtidest kujunevat kordumatute ja omanäoliste mustritega materjali. Erinevate toonide saavutamiseks ja kombineerimiseks on mitmeid erinevaid võimalusi. Ehtekomplekti kavandamisel lähtusin nii materjali mustrist kui ka õpingute jooksul omandatud oskustest, et komplekti valmistamine pakuks ka endale head kogemust ja elamust.

Töö eesmärgiks oli uurida ja praktiseerida mokumegane valmistamise võimalusi ning kasutada vastavaid teadmisi selle töö jaoks kavandatava ehtekomplekti loomisel.

Eesmärgi saavutamiseks olen püstitanud viis uurimisülesannet:

- 1) selgitada välja, milline on töö teostamiseks parim metallide valik;
- 2) mokumegane materjali kasutusvaldkonnad;
- 3) mokumegane materjali ajalugu;

4) mokumegane materjali erinevad valmistamise ja töötlemise viisid sobivate mustrite saavutamiseks;

5) mokumeganele sobiva pinnaviimistluse teostamine.

Teoreetilises osas uurin mokumegane tehnoloogia ajalugu. Praktilises osas selgitan välja shakudo ($\text{Cu} + 2-10\% \text{ Au}$) sulamid, mis annaksid kõige parema kontrasti ja soovitavad toonid töö teostamiseks. Samuti uurin erinevaid mustrite moodustumise viise ja milliseid piire või võimalusi selles töötapis kavandatavate ehetega tekib.

Lõputöö koosneb kolmest peatükist. Esimeses, teoreetilises osas on kaks alapeatükki. Esimeses alapeatükis annan ülevaate metalli töötlemise tehnoloogia mokumegane ajaloost, selle arengust sajandite lõikes ja materjali nimetuse pärinemisest. Samuti käsitlen selle levikut maailmas ja edasiarendamist lääneriikides. Teoreetilise osa teises, tehnoloogilist protsessi käsitlevas alapeatükis toon välja eri allikatele tuginedes erinevaid mokumegane valmistamise tehnoloogiate kirjeldusi.

Töö teine peatükk on empiiriline, selles käsitlen ehtekomplektiks vajalike materjalide valmistamist. See on jaotatud neljaks alapeatükiks: esimeses alapeatükis tutvustan materjalide erinevate proovitükkide tegemist. Teises alapeatükis tutvustan shakudo valmistamist. Kolmas alapeatükk annab ülevaate difusioonühendamisest ning neljas minu ehtekomplektile sobivate mokumegane mustrite loomisest.

Kolmandas peatükis kirjeldan ehte valmistamise protsessi. See on jaotatud viieks alapeatükiks, kus räägin kujundusest, keskendun eraldi iga ehte valmistamisele ning kirjeldan ehte lõppviimistluseks läbi viidud patineerimist.

Ehtekomplekti materjali valmistamisel tuginen töö teoreetilises osas käsitletud allikatele ja koostööle juhendajatega, kelle juhiste abiga valmistan kavandatud ehtekomplekti. Samuti kasutan õppetöös omandatud kullassepa ja sepistamise oskusi ning kogemusi – metalli sulatamist, valamist, difusioonühendamist, sepistamist, valtsimist, jootmist, viilimist, freesimist, puurimist, pinnaviimistlust, patineerimist, niivot jpm.

1. MOKUMEGANE ARENG JAAPANIS JA JÕUDMINE LÄÄNE METALLIKUNSTI

1.1. MOKUMEGANE TEHNIKA JA AJALUGU

“Mokumegane on Jaapanist pärit metallikunstitehnika, mille käigus liidetakse mitme erineva metalli kihid omavahel, seejärel seda sepistatakse ja valtsitakse. Selle tulemusena ühendatakse need kihid üheks materjaliks, millel on puidule sarnanev muster. James E. Binnion ja Bryan Chaix kirjeldavad mokumegane traditsioonilist valmistamise protsessi sarnaselt teistele autoritele, mille puhul erinevate metallide kihid ühendatakse üheks materjaliks valtsimise ja sepistamise abil, kasutades kuumutamiseks söeahju – see võimaldas luua sajandite jooksul traditsioonilist Jaapani metallikunstitehnikat.” (Binnion 2002, lk 1)

“Loodud materjali kasutatakse erinevate esemete kaunistamiseks, traditsiooniliselt kaeti sellega mõõga osi, näiteks käepidet. (Fergusson, Derby 1998, lk 510). Otsetõlkes jaapani keelest viitab mokumegane metalli omapärasele muustrile. Otsetõlkes on “mokume” puidumuster ja “gane” metall – puidumustriga metall. (Binnion 2002, lk 1) Ajalooliselt on metalli kasutatud kuni Tokugawa ajastuni peamiselt relvade, soomusrüüde, toiduvalmistamisnõude ja liturgiliste esemete tootmiseks. Kõrgklass omas hõbe-, kuld- ja vaskeemeid, kuid tavamajapidamistes kasutati ainult rauast valmistatud esemeid. Taoline vähelevinud metalli kasutamine muutis metallitöösse ja metallobjektidesse suhtumise eriliseks. Metallitöötlemise tehnikate kasutuselevõtt ja areng Jaapanis toimus paralleelselt võõrkultuuri assimilatsiooniga.” (Flaxman, lk 1)

Siinkohal toon välja, et mokumegamet kasutati ajalooliselt algselt sõjariistade kaunistamiseks, tarbeesemeid ja ehteid hakati sellest materjalist valmistama hiljem, kuid selle kultuuri ja ajastu filosoofias on ka relv ehe või aksessuaar.

Binnion ja Chaix toovad välja, et kasutatavate metallide puhul on peamisteks omadusteks värv ja elastsus (põhimõtteliselt võime painduda ilma katki minemata). Valmistatava materjali lõpptoon sõltub kasutatavatest keemilistest ainetest ja/või kuumusest. Materjal on kuni 0,63 mm paksune, mis lõigatakse võrdseteks tükkideks, puhastatakse ja seejärel asetatakse üksteise peale ja ühendatakse kuumutamise (sulatamise) teel. Seejärel metall sepistatakse, mis tugevdab materjali ja muudab selle õhukeseks. (Binnion 2002, lk 1-2)

Selle töö empiirilises osas käsitletav ehtekomplekt on valmistatud materjalist, mille üks kihtidest on vase ja vähese kulla legerimisel saadud sulam, mida kutsutakse shakudoks. Patineerimisel muutub materjali toon mustaks.

“Jaapanis kasutatakse erinevate tarbeesemete valmistamiseks Läänes tavapäraseks peetavate metallide asemel teisi materjale. Lihtsaimaks näiteks on puit- või bambussöögipulkade kasutamine meie jaoks tavapärase söögiriistade asemel. Metalli asemel kasutatakse nii keraamikat, lakki, puitu kui ka kangast. Võrreldes teiste Aasia kultuuridega on jaapanlaste metallikasutamine oluliselt vaoshoitum. Jaapanis praktiliselt puudub kuld- ja hõbeehete eeluusaegne traditsioon, samas kui taolisi ehteid olid laialt levinud Koreas, Hiinas, Vietnamis ja Tais.” (Flaxman, lk 1)

“Mokumegane tehnika arenes 17. sajandi lõpus Jaapanis, kuid termin on vanem ja seda kasutati mõõkade valmistamisel mustri sepistamise tähistamiseks. Kuna tehnikat kasutati enamjaolt mõõkade valmistamisel, oli see haruldane ja tekitas palju uudishimu. Kui esimesed esemed Suurbritanniasse jõudsid, arvati ekslikult, et muster luuakse jootmise abil. Läänes ei suudetud seetõttu terve sajandi jooksul samasugust tulemust saavutada.” (Fergusson, Derby 1998, lk 510)

“Traditsiooniliselt kasutati Jaapanis Ag-Au-Cu sulameid ning seetõttu on värvispekter jäänud halli-kollase-punase tooni piiridesse. Traditsiooniliselt kuumutati metalli käsitsi sütel. Sulatusahju mahtu vähendavad tingimused ja väärismetallide inertsus võimaldavad ühendada erinevaid metalle kihiti üheks materjaliks”. (Fergusson, Derby 1998, lk 510-511)

“Ajalooliselt on Jaapani kultuuris metallobjektid seotud mütoloogiaga. Esimesteks mittemütoloogilisteks metallesemeteks on pronksist kaheteralised mõõgad ja pronkspeeglid, mis pärinevad Yayoi ajastust, umbes 300 e.m.a kuni 300 m.a.j. Neljandast kuni kuuenda sajandi keskpaigani kestnud Kofuni ajastul kasutatud tehnikatest saab välja tuua haamritööd, traatide valmistamise (*wire-making*), võrgu valmistamise (*openwork*), metalldetailide valmistamise või inkrusteerimise (*inlay*), kuldamise ja keevitamise. Materjalidest kasutati rauda, hõbedat ja kulda. Edasine metallitöö areng on seotud budismiga, mis jõudis Jaapanisse 6. sajandil, kui koos mandrilt sisse toodud metallkäsitööga võeti kasutusele mitmed keerukad tehnoloogiad.” (Flaxman, lk 2)

“Binnion toob välja, et Mokumegane tehnoloogiat kasutati Jaapanis peamiselt mõõkade kaunistamiseks. Mõõgameistril Denbei Shoami (1651–1728) Akita piirkonnast on peetud selle metallikunstitehnika arendajaks. Arvatakse, et ta arendas mokumegane, ühendades traditsioonilised sepistamise tehnikad ja rauda mitte sisaldavad metallid ning kasutas seda tehnikat mõõkade kaunistamiseks ja viimistlemiseks. Ta andis oma oskused edasi teistele seppadele. Sealt edasi arendati tehnikaid ka muude esemete valmistamiseks.” (Binnion 2002, lk 2-3).

“Tokugawa ajastul muutus mõõkade kaunistamine ja metallikäsitööna valmistatud esemete tase tõusis tundmatuseni. Metallist valmistatud esemed olid igapäevaelus laialt levinud. Muromachi ajastul kasutatud metalli töötlemise stiil muutus iseseisvaks stiiliks, mida nimetatakse machiboriks.” (Flaxman, lk 5)

“Meiji restoratsiooni, mis tõi kaasa revolutsioonilised muutused Jaapanis, selle tagajärjel kadusid vanad kunsti rahastamise vormid. Eriti valusalt oli see tunda metallikunsti meistritel. Samuti vähenes see oluliselt pärast budismivastast liikumist 1868. aastal. Mõõgakandmist keelustav seadus, mida tuntakse kui haitoreid, pani mõõkade valmistamise ja kaunistamise praktiliselt kaduma. Metallpeeglid asendati klaasist analoogidega. See viis olukorrani, kus Meiji metallikunsti meistrid ei saanud oma traditsioonilist ametit jätkata ja mõned neist lõpetasid sootuks tegevuse. Teised hakkasid seda tootma ekspordiks, enamasti läbi Yokohama. Mõned metallimeistrid suutsid muutustega kohaneda ja hakkasid pärast

mõõgakandmist keelustava seaduse vastuvõtmist muid metallesemeid tootma.” (Flaxman, lk 6-7)

“Tänu valmistamisprotsessi keerukusele ei olnud mokumegane laialt levinud. Esimesed esemed jõudsid Euroopasse ja Põhja-Ameerikasse 1800ndatel. Täpsem tehnoloogia kirjeldus on ilmunud 1866. aastal. Kuni 20. sajandini arvati, et muster saavutatakse jootmise teel, mis valmistab metalli järgitegemist proovinud lääne seppadele suuri raskusi. Lääne seppadest teatakse kahte meistrit, kes 1800ndate lõpus ja 1900ndate alguses kasutasid oma töös mokumegane tehnikat. Ka tuntud kaubamärgi Tiffany töökojas valmistati mitmeid mokumegane tehnikas esemeid.” (Binnion 2002, lk 3)

“Kuid jaapanlased polnud ainukesed, kellel õnnestus rauda mitte sisaldavate metallide difusioonühendamine. Hõbedasepp Thomas Boulsover avastas 1743. aastal Inglismaal hõbeda ja vasesulamite difusioonkeevitamise. Teadaolevalt õnnestus tal kogemata noakäepideme valmistamisel ühendada vask hõbedaga. Ta avastas, et ühendatud metallid pikenesid valtsimisel koos. Tulemusena hakati tootma Sheffield Plate’i tehnoloogias esemeid Inglismaa kasvavale keskklassile, kes ei saanud endale lubada ehtsat lauahõbedat. Sheffield Plate’i valmistamise protsess on väga sarnane mokumeganele. Põhiline erinevus seisneb selles, et Sheffield plate koosneb enamasti kahest või kolmest kihist ning tootmisel oldi ettevaatlikud, et mitte paljastada keskmist vasesulami kihti. Sheffieldi hõbedaseppad valmistasid aastatel 1742 kuni 1855 sellist materjali suurtes kogustes, kuni ajani mil see asendati peaaegu täielikult galvaniseerimisega.” (Binnion 2002, lk 4).

“Erinevus Jaapani ja Euroopa meetodi kasutamisel seisnes selles, et jaapanlased kasutasid mokumeganet esemete kaunistamiseks, eurooplased aga soovisid odavamast metallist esemetele anda kallimat väljanägemist. Sheffieldi tooted panid aluse kuldamistehnikale, mida kasutatakse hõbeda katmisel kullaga.” (Binnion 2002, lk 4).

“USAst pärit Hiroko Sato Pijanowski ja Gene Pijanowski, kes on ametilt kullasseppad ja Jaapani metallikunsti entusiastid, külastasid 1970. aastal Jaapanit ja nägid mokumegane tehnikas kaunistatud anumat. Vaimustudes kaunist esemest, tulid nad tagasi Jaapanisse, et

töötada koos Norio Tamagawaga, kes oli mokumegane meister. Naastes kodumaale, hakati uuringuid tegema ja oskusi levitama.” (Binnion 2002, lk 5-6)

1.2. TEHNOLOOGILISE PROTSESSI KIRJELDUS ERI AUTORITE NÄITEL

“Kui traditsiooniliselt on mokumegane valmistamisel kasutatud söeahju, siis tänapäeval pole sellised ahjud laialt levinud. Pijanowski hakkas kasutama oma töös elektrilist ahju, kuid tal tekkisid oksüdeeruva atmosfääriga probleemid ja see takistas metallide difusioonühendamist. Seejärel hakati elektriahju lisama sütt, mis parandas kogu protsessi, kuid see kahjustas elektriahju ennast. Samuti prooviti materjali servasid katta booraksi ja liimiga, kuid see mõranes kuumutamisel ja seetõttu oli tulemus ebaühtlane. Seega võib elektrilise ahju katse puhul tuua välja kaks peamist probleemi: see ei võimaldanud kuumutamisel materjali temperatuuri kontrollida ja selles esines ebasobilik oksüdeeruv atmosfäär. Esimese probleemi lahendamiseks töötati välja temperatuuri kontrolliv seade, mis sobis väikesemõõdulise elektriahjuga. Teisele probleemile leiti samuti lahendus. Selleks valmistati terasest suletud kamber, mis kaitses sisse paigutatud materjali ja oli edukam lahendus kui liimi kasutamine. Samas jätkati otsinguid parema lahenduse leidmiseks. Kuumtöötluses avastati viie mikroni paksune 321 tüüpi roostevabast terasest foolium, mis kannatas kuumust kuni 1600 kraadi ja seda oli võimalik käsitsi vormida. See materjal võimaldab luua gaasivaba suletud paki, täita selle söega ja sulgeda õhukindlalt. Kuumutamisel elektriahjus loob see sobiliku kokkusuruva atmosfääri.” (Binnion 2002, lk 6–9)

Sellise variandi puhul on probleemiks, et osade materjalidega ei ole difusioonühendus hapniku oksüdeerivas keskkonnas võimalik. Üldiselt materjalidega, millel seda probleemi ei esine (vask, hõbe, messing, melhior, kuld jne), on väga sobilik kasutada kas gaasiääsi/ahju või väiksema mõõduga pakkide puhul gaasipõletit.

Gaas, mida meie oludes on sobilik kasutada, on propaan. Nõudlikumad meistrid kasutavad kõrgemate temperatuuride saavutamiseks atsetüleenit.

“Jaapanis on ajalooliselt välja kujunenud traditsioonilised sulamid, mille puhul kasutatakse vaske, hõbedat ja kulda. Kaks olulist komponenti sulamis 96Cu-4Au nimetatakse

shakudoks, millel on rikkalik vaskpunane toon, ja 67Cu-22Ag – shibuishi, mis on halli värvi”. (Ferguson ja Derby, lk 513)

Shakudoo on vase-kulla sulam, on rikkaliku vaskpunase tooniga kuid niiroga patineerimisel muutub ta mustaks. Shibuitsi on vase ja hõbeda sulam mille tooniks on hall. Sibuiichi on tõlkes jaapani keelest üks neljandik, mis viitab ka otseselt selle sulami retseptile.

“Cu-Ni vase ja nikli sulamil, mida nimetatakse moneliks, on hall värv, mida saab muuta oksüdeerimise ja keemilise töötlemise abil. Vase ja niklil on täielik vastastikune tahke lahustuvus. Tulemusena võis märgata materjali suurt poorsust, mis võis sepistamisel materjali kahjustada. Samas vähendas madalam kuumus materjali valmistamisel oluliselt poorsust. Samuti oli 900 kraadini kuumutatud materjali puhul valtsimisel märgata instabiilsust, mis esines ka teiste uute materjalide testimisel, kuid mida ei esinenud traditsiooniliste materjalide kasutamisel.” (Ferguson ja Derby, lk 513)

Alljärgnevalt on toodud mõningad võimalikud variandid mokumegane koostamisel kasutatavatest materjalidest ja sulamitest Oppi Untrachti näitel.

**Metals and Alloys Suited
to Mokumé Laminates**
(in decreasing order of their melting points)

Metal	Melting Point		Composition (in parts)
	°F	°C	
Copper	1981	1083	99.9 Cu
Shakudo	1952	1066	75 Cu- 4-25 Au- 5-20 Sb
Gilding metal	1950	1065	95 Cu- 5 Zn
Gold, fine	1945	1063	99.9 Au
Silver, fine	1761	960	99.9 Ag
Shibuichi	1720	937	75 Cu- 25 Ag
Yellow brass	1710	930	65 Cu- 35 Zn
Sterling silver	1640	893	92.5 Ag- 7.5 Cu
Coin silver	1615	879	90 Ag- 10 Cu
Gold, 14k yellow	1615	879	58.5 Au- 41.5 Cu

Compare temperatures here with those shown in the table of Silver Solder Compositions under Soldering.

(Untracht. Lk 373)

2. MOKUMEGANE TEHNIKAS EHETEKOMPLEKTI VALMISTAMINE

2.1. ETTEVALMISTAVAD KATSETUSED

Kujundamisele eelnevalt sai läbi proovitud erinevaid mustrite loomise variante, et lähtuda mustrist, milline võiks olla ehtekomplekt ja tugineda visandamisel ja tööjooniste koostamisel mingile mustrivalikule.

Proovimaterjaliks valisin melhiori ja vase kombinatsiooni. Esimesel katsel ei õnnestunud melhiorit ja vaske kokku ühendada. Algsete kahtluste kohaselt arvasin, et melhiorist plaadid polnud piisavalt puhtad, kuid ka teine katse sama melhiori ja vasega ei õnnestunud. Hankisin uue melhiori, millega õnnestus juba pakk ilusti kokku ühendada. Oletan, et esimesel katsel takistas materjali kokku jäämist mõni melhioris kasutatud koostisosa (ilmselt molüpeen.)

Pärast materjalide kokku ühendamise õnnestumist alustasin proove mustritega, et oleks endale selge ja praktikas läbi proovitud edaspidises shakudo valmistamises vajalikud töövõtted.

Esimeseks katsetuseks proovisin luua nn vihmapiisa mustrit. Materjali töötlemiseks kasutasin pneumaatilise ajamiga käsifreesi, mis freesis vähese vaevaga ja kenasti materjali sobilikku seisundisse. Pärast aukude freesimist sepistasin materjali täies ulatuses üle. Peale happes puhastamist ilmusid nähtavale ka esimesed mustrimoodustised.



Pneumaatilise ajamiga käsifreesiga töötlemine.



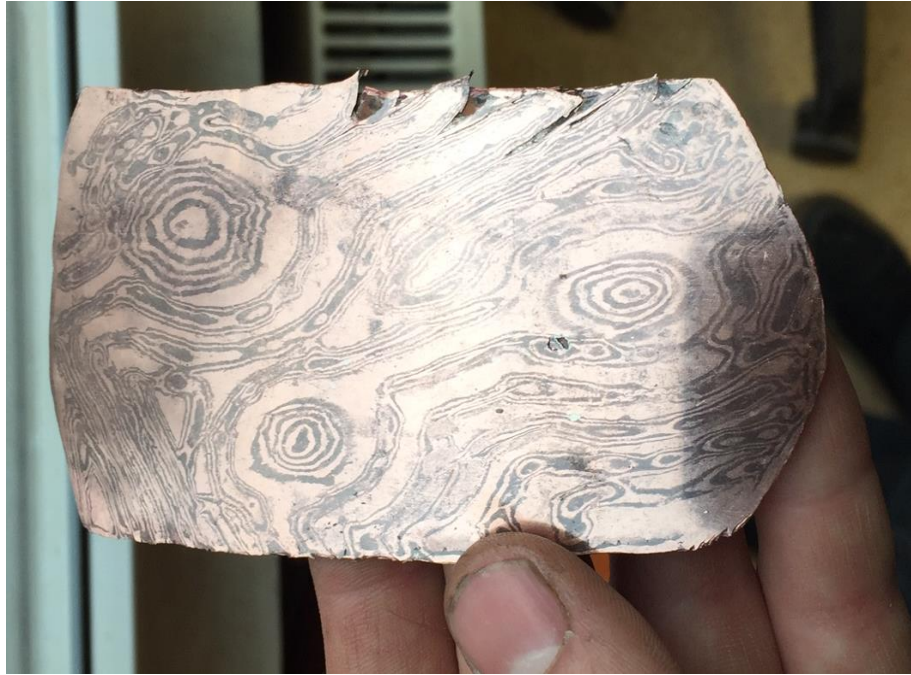
Vihmapiisa mustri tulemus peale sepistamist.

Teiseks mustriks valisin sümmeetrilise lähenemisviisi. Juba kokku ühendatud pakile lõikasin ketaslõikuriga sisse võimalikult ühesuguse sügavusega diagonaalsed sooned, mis pärast sepistamist ja valtsimist nägid välja väga korrapärased ja igavad.

Kolmandaks variandiks valisin samuti sümmeetrilise viisi, kuid lähenesin mustri kujundamisel teisiti – joonistasin materjalile suhteliselt vaba kujunduse ning asusin seda erinevaid juba eelpool nimetatud töötlemisviise kasutades välja lõikama – sirged jooned lõikasin ketaslõikuriga ning kumerused ja ringid freesisin pneumaatilise freesiga. Jooned käsin üle graveerimisseadme otsa käiva kuulfreesiga, et mustri tipud oleksid võimalikult avatud ja ei sulguks sepistamisel ega peidaks mustrit materjali sisse.



Tulemus peale erinevate freesidega töötlemist.



Tulemus peale sepistamist ja valtsimist.

2.2 SHAKUDO VALMISTAMINE

Piiratud eelarve ning kulla kõrge hinna tõttu otsustasin valmistada minimaalse, kuid sealjuures toimiva kullasisaldusega shakudo. Materjali valmistamiseks kasutasin vase ja kulla kombinatsiooni, mille moodustas 98% vaske ning 2% kulda. Juhendaja Anni Kagovere kogemustele tuginedes oli see minimaalne kogus soovitud must-valge efekti saavutamiseks.

Materjali arvestus:

2,12 g 585 prooviga kulda = 1,22 g puhast kulda

39 g Cu ja 2.12 g 585 Au

Pärast materjali kaalumist valmistasin selle ette sulatamiseks, lõigates selle väikesteks tükkideks. Eelnevalt ettevalmistatud materjali, milles oli 39 g vaske ja 2,12 g 585 prooviga

kulda, sulatasin tiiglis gaasipõletiga ning valasin selle vormi plaadiks. Materjal voolas hästi ning saavutatud tulemus oli hea.

Vasele iseloomuliku oksüdeerimise tõttu kartsin, et see materjal ei patineeru vajalikku tooni. Kuid juba valtsimisel selgus tõsiasi, et materjal kalestus tunnetuslikult hoopis teisiti kui tavaline puhas vask ning tekkinud tagi eraldus happes puhastades ka harjumuspärasest hoopis teisiti.

Valtsisin saadud materjali umbes 51 x 120 mm ja 0,65 mm paksuseks tükiks, millest lõikasin välja 50 x 15 mm fragmendid järgnevaks hõbedaga liitmiseks. Saadud shakudo sulamist sain seitse riba.

Järgnevalt kordasin analoogset protsessi hõbedaga (Ag), mille kaaluks oli 50 g. Sulatasin tiiglis gaasipõletiga, valasin vormi plaadi, mille valtsisin 0,65 mm paksuseks. Hõbeda lõikasin samuti 50x15 tükideks, kuid ühe tüki rohkem kui shakudot, et mõlemad välimised kihid oleksid hõbedast.

2.3 MATERJALI DIFUSIOONÜHENDAMINE

Järgnevalt käsitlen eelnevas peatükis tutvustatud materjali valmistamise protsessi. Mokumegane valmistamiseks on vajalik terasest nn surveplaat, mis on omavahel ühendatud poltidega, mille kinni pingutamisel tekib nende difusioonühendumisel vajalik surve ja mille vahele pannakse ettevalmistatud metall-lehtede plokk difusioonühendamise ajaks.

Surveplaadid valmistasin 5 mm terasest, mille mõõtudeks olid 82 x 25 mm. Puurisin neisse 9 mm augud, millesse sobivad 8 mm läbimõõduga ja 50 mm pikad poldid ning samas mõõdus ja sama keermesammuga mutrid.

Ideaalis ja suuremas koguses pidevalt mokumegane tegemisel valmistaksin surveplaadid roostevabast terasest ning kasutaksin ühendusel ka roostevabu polte ja mutreid. Roostevaba teras on materjali venimise ja deformeerumise suhtes nõutaval temperatuuril stabiilsem.

Katsin valmistatud plaadid kontoritarvete poest ostetud korrektori ehk TiO₂ vedelikuga (soovituslikult see, mida saab pintseldada) ja lasin sellel kuivada. See protsess on vajalik, et pakk, mille nende plaatide vahel kokku ühendan, ei jootuks terasplaatide külge kinni.

Difusioonühendatava materjali ehk shakudo (Au+Cu) ja hõbeda (Ag) lihvisin 380 tihedusega liivapaberiga voolava vee all ühenduvatest külgedest puhtaks. Iga tüki panin pärast puhtaks lihvimist umbes kaheks tunniks atsetooni likku. See tööetapp eemaldab igasuguse rasu ja ained, mis võivad materjalide ühendumist kuidagi takistada.

Pärast leotamist võtsin elemendid kummikinnastega atsetoonist välja. Edasist protsessi üritasin teha võimalikult kiiresti, kuna teadupoolest hakkavad metallid üsna kiirest hapnikuga keskkonnas oksüdeeruma ning oksiid halvendab kindlasti materjalide liituvust.

Paigutasin hõbeda ja shakudo kihid vaheldumisi üksteise peale nii, et shakudoo kihid oleksid välimistes kihtides kaetud mõlemalt poolt hõbedaga.. Surveplaatide vahel parandasin veel paki sirgsust.

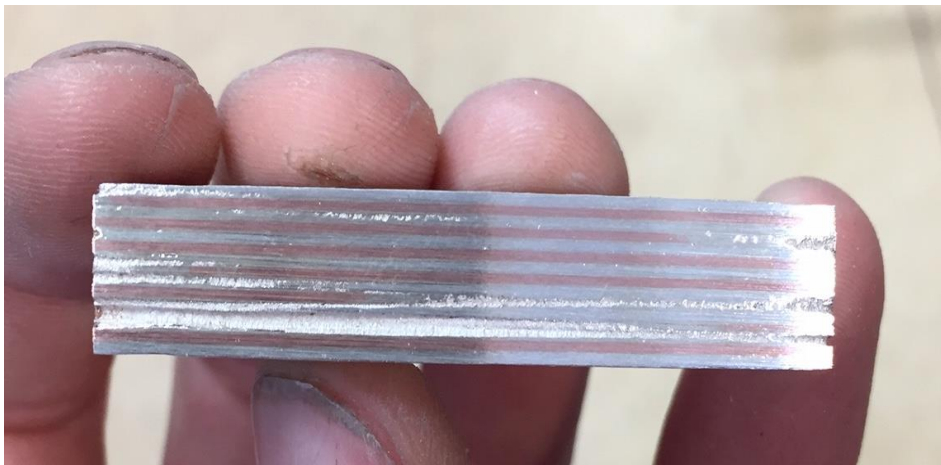
Kui pakk oli koos, pingutasin mutrid käsitsi kinni, et valmiv pakk paigast ei liiguks. Lõpliku pingutuse tegin aga pressi vahel. Pressimiseks kasutasin pneumo-hüdraulilist pressi, millega sain pakki mõjutada 5 tonnise survega. Samal hetkel, kui eelmainitud surve oli avaldatud, keerasin mutrid kinni mutivõtmega nr 13, et säiliks surve pakile.

Edasi kasutasin paki kuumutamiseks gaasipõletit (propan+suruõhk). Valik sai teadlikult gaasipõletit kasuks tehtud eelnevatele kogemustele tuginedes, kuna ahjus saavutatav temperatuur võib kiiresti kontrolli alt väljuda ja tulemuseks võib olla ebaõnnestumine. Kuna pakis oli juba shakudo ehk Au+Cu, polnud enam eksperimenteerimiseks ega ebaõnnestumiseks ruumi.

Kuumutasin pakki nii kaua, kuni mõlemast küljest hakkasid hõbedakihtidest külgedele moodustuma sulava metalli tilgad, see on märk protsessi lõpetamiseks. Vastasel juhul – eelnevatele kogemustele tuginedes – võib juhtuda, et kogu hõbe voolab lihtsalt paki vahelt välja ja järele jäävad ainult shakudo kihid imeõhukeste hõbedakihtidega.

Lasin tervel pakil jahtuda käega katsutavale tasemele ning veendusin, et see oleks üleni kokku sulanud. Eelnevatest kogemustest koputasin paki pihta mõne metallesemega – kui heli on madal ja „pladisev”, võib oletada, et pakk pole täielikult koos. Kui heli on ühtlane ja kõrgema heliga, võib arvata, et kõik on kokku ühendunud. Antud tulemusena heli järgi oletades oli kõik õnnestunud.

Järgnevas visuaalseks tulemuse vaatluseks lõikasin maha küljed, mis olid nagunii ebäühtlased ning võivad sepistamisel ja valtsimisel probleeme tekitada. Välimise kihi mahalõikamise ja lihvimise tulemusena ilmnes, et pakis pole tühimikke, kihid on säilinud ühepaksused ning kõik on plaanipäraselt ühtlaselt kokku sulanud.



Pakk peale külgede maha lõikamist.

Alustasin järgnevas mustri tegemiseks paki laiemaks sepistamist. Protsess toimus gaasipõletiga pakki kuumutades umbes kirsipunase toonini. Pakk sai venitatud pikemaks ja laiemaks nii, et sellest moodustus plaat, mille paksus oli 6 mm ja külgede mõõdud 36 mm x 84 mm. See oli mustri loomise alustamiseks piisav paksus.

2.4 MUSTRI TEGEMINE

Järgmiseks protsessi etapiks oli mustri tegemine. Eelnevatest katsetustest lähtuvalt valisin mustriks sümmeetrilise lahenduse, kuna see sobis ehtekomplektiks kõige paremini ning seostus kavandiga. Materjali tuli kasutada üsna säästlikult ning kulla ja eelarve piiratuse tõttu polnud eksimisruumi.

Märkisin markeriga ruudustiku, mille järgi alustasin materjali puurimist. Seda protsessi teostasin 6 mm puuriga puurpingis. Keskmised augud laiendasin pneumaatilise freesiga.

Puurimisprotsessis tuli jälgida, et ei puuriks liiga sügavale materjali sisse, kuid siiski piisavalt sügavale, et kihid saaks läbitud. Ohtudeks olid läbivate aukude teke ning et muster läheb järgneval sepistamisel n-ö kinni.

Järgnevakts sepistasin juba puuritud paki läbi. Järgnev pilt polnud kuigi rõõmustav, kuna muster jäi üsna hõre. Otsustasin auke juurde puurida ning neid freesiga veidi laiendada. Sepistasin uuesti ja kordasin protsessi veel ühe korda. Muster läks huvitavamaks, kuid siiski polnud see päris see, mis ootas. Puurimised justkui ei läbinud kihte kohati piisava sügavuseni.

Pidasin mõne päeva pausi ning tegelesin teiste vajalike protsessidega, et töö päris seisma ei jääks. Samal ajal sai suheldud ka juhendaja Anni Kagoverega, kellele saatsin hetkeseisust pildid. Annil oli kohe julgustuseks lahendus olemas – freesida veel peenema kuulfreesiga ning seejärel lõõmutada ja valtsida materjal läbi. Nii teingi.

Freesimiseks kasutasin 2 mm suuruse peaga kuulfreesi, millega töötlesin kohti, kus oli hõre muster. Kuna materjal oli 0,9 mm paksune, polnud vaja kihtide läbimiseks kuigi sügavale freesida. Põhimõtteliselt oli töötlus vaevu sõrmega tuntav, kuid sealjuures silmaga nähtav.

Lõõmutasin materjali ja alustasin valtsimist. Protsessi käigus kippus materjal servast rebenema ja kihistuma, aga see ei olnud määrav kadu. Lõõmutasin korduvalt veel valtsimisprotsessi käigus.

Julgustus ja tegu oli tulemuslik, muster muutus pärast valtsimist huvitavamaks ja tuli välja varem varjus olnud kihte. Lõpptulemuseks sain endale meeldiva vihmapiisa mustriga materjali, mille paksus oli 0,45 mm.

Nüüdseks oli materjali piisavas koguses, et asuda ehtekomplekti elementide valmistamise juurde, sama materjaliga oli ka ruumi katsetamiseks.

3. EHTEKOMPLEKTI KUULUVATE ESEMETE VALMISTAMINE

Kõikide esemete jaoks valmistasin ette 100 g hõbedat. Ettevalmistusprotsess koosnes juba tuttavast materjali tooriku plaadi valamisest ja selle plekiks valtsimisest. Eelnevate kogemuste põhjal valtsisin materjali umbes 0,5 mm paksuseks. Määravaks sai tõsiasi, et käevõru on kõige materjalimahukam ese ja sellest orienteeruvalt oli kõikide esemete jaoks tehtud sama paksusega materjal.

3.1 KUJUNDAMINE

Kujundamisel sain inspiratsiooni teiste autorite mokumegane tehnoloogias valminud töid vaadates. Endale sobiliku tulemuse saavutasin siiski pärast mitmete variantide läbijoonistamist ja eskiiside tegemist. Kujundamisele eelnevalt proovisin erinevaid mokumegane mustrite loomise variante, mida kirjeldasin eespool.

Käevõru on antud ehtekomplekti kõige töömahukam ja suurem ese, kuid samal ajal ka kõige rohkem väljakutset pakkuv. Olen varem käevõrude valmistamisel samu meetodeid kasutanud, kuid need pole alati kõige sümmeetrilisemad ja sirgemad välja tulnud. Siiski on need olnud tehnoloogiliselt keerukad.

Kavandamisel lähtusin endale tuttavast ja huvipakkuvast õhukesest plekist kokku joodetud seest tühja eseme konstrueerimisest. Kavandamisel oli eesmärgiks ka eseme vormiline lihtsus, sellest lähtuvalt on käevõru käele surutav, mitte šarniiriga liigendatav ja lukustatav.

Sõrmuse kavandasin käevõruga äratuntavalt sarnasena ühtsesse ehtekollektsiooni kuuluvana. Kavandi joonistamisel lähtusin samadest kaarjatest vormidest, kuid seadsin endale eesmärgiks, et see näeks välja võimalikult õhuke. Seest tühjade ehte

konstrueerimisel ja eriti väikesemõõdulise sõrmusega võib kergesti juhtuda see, et ehe jääb väga massiivne, mis on sõrmuse puhul kohmakas ja ebapraktiline.

Mansetinööbid on käevõrust ja sõrmustest veidi erinevad ning muutsin ka esialgset kavandit töö käigus. Tekkis idee, et muster võiks olla näha mõlemal pool nööpi ja need võiksid olla eelnevate ehetega sarnaselt konstrueeritud ja n-ö seest tühjad.

3.2 KÄEVÕRU

Alustuseks lõikasin kavandite/tööjooniste järgi välja käevõru küljed. Kasutasin selleks juba eelnevalt ettevalmistatud 0,5 mm hõbeplekki prooviga 925.

Käevõru planeeritav laius oli 16 mm, seega lõikasin sisekülje pikkuse ja 15 mm laiuse riba, mida hakkasin külgede järgi vormima. Pärast erinevaid katsetusi saada võimalikult sirge ja sujuvate painetega sisekülg jõudsin järeldusele, et tarvis on teha vorm või abistav klots, mis kopeeriks oma välikontuurilt käevõru sisekülge.

Pärast soovitud tulemuse saavutamist puhastasin juba valmisolevad detailid ning alustasin nende kokku jootmist kõrge sulamistemperatuuriga hõbejoodisega ehk siis kõvajoodisega. Jälgisin, et kõik liitekohad esimese korraga täis jookseksid ja midagi sulama ei läheks. Need tähelepanekud tagavad lõpptulemuse puhtuse.

Analoogne protsess sai läbitud ka käevõru välimiste külgedega. Pärast igat jootmist puhastasin eseme soojas sidrunhappe küllastunud lahuses.

Puurisin suletud konstruktsioonist surve vabanemiseks ning happe ja vee väljavoolamiseks käevõru siseküljele kaks 0,8 mm auku.

Hõbedast osa kokku jootmist lõpetatuks lugedes viilisin maha üleulatuvad külgede ääred. Saagisin sisse mokumegane n-ö pesa, üritasin teha seda võimalikult täpselt, kuid sealjuures jätsin varu, et täpsem sobitus teha juba siis, kui mokumeganest detail on valmis.

Mokumegane tükist pidin hoolikalt valima detailiks sobiva osa. Lõikasin välja paberist šabloon, mis oli sama suur kui vajalik detail ning sain selle abil õige tüki materjalist välja valida. Lõikasin kolm vajalikku tükki kullassepa saega välja. Üritasin lõigata nii, et muster oleks kanduks käevõru pealmiselt osalt külgedele edasi nii palju kui võimalik. See ebaõnnestus, kuna üks küljedetail sattus liiga lähedale materjali servale, kus kihid olid üksteisest lahti löönud. Otsustasin teha uue kaare.

Viilisin detailide servad korrektsemaks ja kokku joodetavad servad umbes 45 kraadise nurga alla, et pärast kokku jootmist ei tekiks efekti, kus servast paistavad justkui kõik kihid välja.

Jootsin kõik pooled omavahel kõva hõbejoodisega kokku. Jootmisel pidin hoolega jälgima, et materjal üle ei kuumeneks ja mokumegane sulama ei läheks. Sellest hoolimata tekkisid kerged sulamiskohad. Suutsin õnneks pärast lihvimist mustri ilu säilitada.



Käevõru enne lõplikku kokku jootmist.

Alustasin moodustunud detaili sobitamist käevõru hõbedast valmistatud osa külge. Viilisin hõbeda võimalikult täpseks. Detaili kaarja geomeetrilise kuju tõttu polnud see lihtne.

Pärast selle protsessi rahuldava tulemuse saavutamist asusin kahte detaili üksteise külge liitma. Kasutasin selleks keskmist joodist, et ei tekiks eelnevalt kõvajoodisega joodetud pindade lahtitulemist. Etappide vahel puhastasin detaile sidrunhappes. Säilisid siiski augud hõbeda ja mokumegane vahel. Osa õnnestus ettevaatlikult haamriga kinni koputada ja uuesti joota.

Lihvisin maha kogu üleliigse joodise ja ebatühtlused. Silmas pidi siiski pidama seda, et materjal on üsna õhuke ja on oht tekitada läbivaid auke. Kasutasin lihvimiseks 200 faktuuriga liivapaberit, lihvimisklotsi ja vett. Endale sobiliku tulemuse saavutades vahetasin liivapaberi 400 vastu ning jätkasin tööd.

Kuna planeeritav lõppviimistlus on ühtlane lihvi mitte kõrgpoleer, üritasin jälgida lihvimise juures ühesugust suunda kõikidel külgedel. See hõlbustab kriimude peitmist lõplikus viimistluse faasis.

Käevõru valmistamisele kulus 16 tundi.

3.3 SÕRMUS

Esmalt lõõmutasin juba käevõru juures kasutatud 0,5 mm hõbepleki prooviga 925. Valmiva sõrmuse siseläbimõõt pidi tulema 22 mm, seega lõikasin sellest 11 mm x 70 mm riba.

Jootsin selle võimalikult ühtlaselt kõvajoodisega kokku. Kasutades sõrmuse riiglit, koputasin rõnga nahkhaamriga ühtlaseks.

Järgnevalt lõikasin kullassepasaega välja küljed, lõikasin varuga ning ühendasin need omavahel pitskruviga, et need samakujuliseks viilida. Järgmise etapina jootsin küljed rõnga

külge selliselt, et need jäid külgedega täpselt vastakuti. Seda jootmist teostasin samuti kõvajoodisega.

Välimise külje vormisin samuti 70 mm x 11mm x 0,5 hõbeplekist ning jootsin kõvajoodisega külge.



Sõrmus enne lõplikku kokku jootmist.

Pärast sõrmuse hõbedast osa moodustumist lõikasin üleliigsed otsad ning tasandasin viiliga ebatasasused ja pärast lõikamist jäänud varud.

Puurisin sarnaselt käevõruga seest välja sõrmuse sisemisele küljele kaks 0,8 mm auku jootmisel tekkiva surve loomulikuks vabanemiseks ja hilisemaks happe ja vee väljavoolamiseks.

Lõikasin käevõru juures kasutatud mokumegane ülejääkidest endale meeldivama detaili ka sõrmuse jaoks. See sai valmistatud igast küljest 1 mm võrra suurem.

Sidusin selle sidumistraadiga omale kohale ning jootsin keskmise joodisega kinni. Kõik jooksis esimese korraga ühtlasel kuumutamisel ilusti kokku.

Puhastasin sõrmuse sidrunhappes ning asusin maha viilima mokumegane tüki üleulatuvaid servi. Seda mokumegane kombinatsiooni oli väga lihtne ja hea töödelda. Töötlesin ja lihvisin erinevate faktuuridega liivapaberitega sõrmuse siledaks ja lõppviimistluseks sobivaks.

Mokumegane sõrmuse valmistamiseks kulus 7 tundi.

3.4 MANSETINÖÖBID

Valisin neli sobiliku mustri tüki allesolevast materjalist ning lõikasin neist 22 mm suurused kettad.

Lõikasin hõbeplekist sama diameetriga kettad ja ääred. Ääred lõikasin 4 mm x 70 mm.

Viimistlesin kõikide algdetailide ebatasased servad viiliga ning asusin jootma. Esmalt jootsin nn ääred rõngasteks, selleks kasutasin kõvajoodist.

Kuna rõngad said veidi väiksemad kui kettad, mis oli tegelikult hea, venitasin need ettevaatlikult sõrmusevenitajaga õigeks, nii et kettad istusid äärte sees tihedalt. See oli vajalik, et nööbid jootmisel kokku ei vajuks.

Järgnevalt paigutasin mokumegane tükid moodustunud rõngastesse ja jootsin need kõvajoodisega kinni.



Mansetinööbid ilma tagumiste külgedeta.

Enne lõplikku jootmist tuli tagumistele külgedele valmistada ka kinnitused, mis nõöpe omavahel kinni hakkaksid hoidma. Selleks valasin 10 mm läbimõõduga hõbedast pulga, mille valtsisin kalestamise eesmärgil mõned korrad läbi umbes 6 mm jämeduseks.

Järgnevalt lõin saadud tooriku sirgemaks ja asetasin selle treipinki, et seal valmistada keermestatud kinnitus koos vastusega, sisuliselt polt ja mutter.

Treisin pinna ühtlaseks 5 mm peale. Seejärel treisin tipu 5 mm ulatuses 3 mm peale ja keermestasin selle 3 mm x 0,5 välikeermelõikuriga. Lõikasin keermestatud tüki endale sobiliku pikkusega ja väikese varuga maha.

Puurisin allesjäänud toorikusse 2,5 mm läbimõõduga umbes 11 mm sügavuse augu. Keermestasin saadud augu sisekeermelõikuriga 3 mm x 0,5.

Lõikasin nüüd ka keermestatud osad sobiliku pikkusega tükkideks. Nendest moodustusid siis kaks nn mutrit.

Viimaseks valmistasin ühe samasuguse välikeermega osa nagu protsessi algusjärgus. Kontrollisin, et keermed klappisid ja jookseksid ilusti tihedalt lõpuni kinni. Jälgima pidi, et kahe pinna vahele ei moodustuks vahesid.

Jootsin treipingis valmistatud detailid nüüd mansetinööpide tagumistele hõbeplekist eelnevalt väljalõigatud külgedele. Kasutasin selleks kõvajoodist. Mutriga poolte keermestatud osa põhja puurisin ettevaatlikult augud selliselt, et protsessi käigus ei vigastaks keeret. Keermestasin sisekeermed üle.

Sättisin nööpide tagumised küljed omadele kohtadele sellisel viisil, et need oleks äärtega tasa või äärmisel juhul 0,1 mm allpool serva.

Järgnevalt jootsin küljed keskmise joodisega kinni. Kolm nööpi õnnestus kokku joota plaanipäraselt, kuid üks ei jooksnud lõpuni kinni. Pärast happes puhastamist läks asi uuel jootmisel veidi sulama. Otsustasin parandustööd teha järgmisel päeval. Pooleliolevast kohast jätkates lõikasin uue tagumise külje, jootsin sinna külge keermestatud osa ja külje omale kohale. Selle äparduse tõttu on üks mansetinööp teistest madalam.

Viimistlesin kõik esemed lõpliku ühtlase tasemeni.

Mansetinööpide valmistamiseks kulus 8 tundi.

3.5 PATINEERIMINE

Nii nagu kavandatud ja kogu ehtekomplekti idee püstitus planeeritud oli, olen jõudnud mustvalge tulemuse saavutamise juurde patineerimise teel.

Selleks on tarvilik teha niiro, mis on traditsiooniline mokumegane patineerimise värvimise viis. Abiks tulid siinkohal Anni Kagovere koostatud õppematerjalid, milles oli välja toodud järgnevad võimalikud retseptid:

Traditsiooniline niiro retsept:

rokusho 5 g

CuSO₄ 5 g

vesi 1 l

Vasele eriti ilusa punaka tooni saavutamiseks lisada ume äädikat 5 g

Rokusho – vasetükid, sidrunhape, kaltsiumkarbonaat, sool – lasta 2-3 aastat seista.

Veel retsepte:

1) CuSO₄ vask(II) sulfaat 5 g, Cu(CO₂CH₃)₂ vaskatsetaat 2,65 g, NaCl keedusool 0,65 g, vesi 1 l.

2) CuSO₄ vask(II) sulfaat 5 g, Cu(CO₂CH₃)₂ vaskatsetaat 2,65 g, NaCl keedusool 0,65 g, CaCO₃ 1,7 g, vesi 1 l.

3) CuSO₄ vask(II) sulfaat 5 g, ume äädikas 5 g, Cu(CO₂CH₃)₂ vaskatsetaat 2,65 g, NaCl keedusool 0,65 g, CaCO₃ kaltsiumkarbonaat 1,7 g, vesi 1 l.

(Kagovere 2018)

Kahte-kolme aastat kahjuks oodata polnud võimalik ja punast tooni ma ka saada ei soovinud, seega sai eelnimetatud retseptidest valitud esimene ehk CuSO₄ vask(II)sulfaat 5 g, Cu(CO₂CH₃)₂ vaskatsetaat 2,65 g, NaCl keedusool 0,65 g, vesi 1 l.

Kaalusin vajalikud kemikaalid vaskanumasse, kasutasin destilleeritud vett.

Tõstsin vaskanuma pliidile ning soojendasin vedelikku aeglaselt umbes 50 kraadini.

Temperatuuri mõõtmiseks kasutasin toidu termomeetrit.

Samal ajal kui niiro soojenes, valmistasin ette eelnevalt hangitud daikonit ehk valget redist. Juhendaja õpetuste kohaselt tagab see selle efekti, et hõbe ei värvu patineerimise käigus kollaseks. Riivisin selle riiviga sellisesse anumasse, kuhu ma saaksin esemed sisse panna ja esemed ühtlaselt selle mahlaga kokku puutuksid.

Patineerimist alustasin proovitükist. Lihvisin selle mõlemalt poolt puhtaks ning panin mõneks minutiks valge redise riivitud puru sisse.

Pärast redises leotamist tõstsin tüki otse niirosse ja hoidsin seda seal umbes viis minutit. Proovitüki välja võtmisel selgus, et niiro ja valgeredis on mõlemad toimunud ning võib alustada ka ehtekomplekti kuuluvate esemete patineerimist.

Alustasin mansetinööpidest, lihvisin neilt klaasharja kasutades oksiidikihi maha. Seejärel panin ettevalmistatud tükid daikoni sisse likku ja sealt otse niirosse. Hoidsin neid seal soovitud värvuse moodustumiseni.

Tulemus saabus 5-10 minuti jooksul. Tegin samad etapid läbi kõikide esemetega.

Kõige halvemini jäi tulemus sõrmusele. Lihvisin uuesti ja kordasin protsessi kolm korda ja hoidsin lahuses 20 minutit.

Käevõru puhul oli probleemiks ilmselt tema suurem mass teistest esemetest ja suurem sisemine mahutavus, millest ei tahtnud niiro iseseisvalt välja voolata. Tulemuseks oli mokumegane kihtide kollaseks värvumine, eseme ülejäänud hõbedal seda efekti ei tekkinud.

Lihvisin kollase kihi koos kõige saavutatuga maha ning alustasin protsessi uuesti. Ka pärast uut katset hakkas kollane kiht peale tõmbuma. Kuivatasin käevõru kiiresti majapidamispaberiga ja üritasin kihi kohesel tekkimisel seda paberiga eemaldada kuni eseme lõpliku kuivamiseni. Sain kollase kihi tekke pidama.

Keetsin kõiki esemeid pärast patineerimist destilleeritud vees. Esimesel korral määrdus vesi üsna pruuniks, kordasin protsessi kaks korda, kuni vesi enam ei määrdunud.



Terviklik ehtekomplekt peale patineerimist.

KOKKUVÕTE

Minu lõputööks on mokumegane tehnoloogias valmistatud meeste ehtekomplekt, mille eripäraks on must-valge ornament. Silmatorkava kontrasti loovad mokumeganes kasutatud shakudoo must värv ning hõbe valge värv.

Komplekti loomisel tuginesin eelnevalt omandatud kogemustele ja enda minimalistlikule kujunevale kunstniku käekirjale. Ehtekomplekt koosneb käevõrust, sõrmusest ja mansetinööpidest. Korduv mokumegane muster loob komplekti ühtse stiilse terviku.

Teine läbiv teema on konstrueeritud ehe. Kõik ehted on suure minimalistliku vormiga kuid kerged.

Lõputöö kirjalikus osas leiab selgitust mokumegane tehnoloogia ajalooline ja tehnoloogia uurimuslik osa. Töö teises pooles olen kirjeldanud materjali katsetusi ja materjali valmistamist. Kolmandas osas kirjeldan ehtekomplekti valmimist.

Materjali ettevalmistamine sujus küllaltki hästi, mustri valmistamine oli samas aga keerukam. Raskusi valmistas vähene kogemus tehnoloogiaga, mille tõttu ei osanud ette näha kõiki võimalike variante ja mustri moondumist valtsides.

Kokkuvõttes olen saavutatuga rahul. Tänu saadud kogemusele suudan neid probleeme tulevikus paremini lahendada.

Suutsin saavutada endale püstitatud eesmärgi, milleks oli must-valge mokumegane tehnoloogias valmistatud ehtekomplekt.

KASUTATUD ALLIKATE LOETELU

1. **Binnion, J. E.** Old Process, New Tehnology: Modern Mokume Gane. James E Binnion, pp. 1-12, 2002.
2. **Fergusson, I. T., Derby, B.** Diffusion bonded Mokume Gane decorative metal laminates. *Materials Science and Technology*, 14:6, pp. 510-517, DOI:10.1179/mst.1998.14.6.510
3. **Flaxman, C.** Asummary of the history, folkloreand technology of traditional metal-working in Japan, lk 1-7.
4. **Untracht, O.** *Jewelry concepts and technology* 373, 1982.
5. **Kagovere, A** *Õppematerjal* 2018

SUMMARY

The aim of this thesis is to research mokumegane tradition and history while making a jewelry set for men.

Mokumegane is a Japanese metalworking procedure which produces a metal made of different layers of precious metals.

The thesis consists of three parts. The first part gives a theoretic overview of the history of mokumegane and it's development over the centuries. Different mokumegane making technologies are introduced.

The second part consist of descriptions of the practical work, the materials needed and making them, shakudo making and the formation of different patterns.

The third part describes designing, making and finishing of the jewelry set.

The final product of this thesis is a stylish, lightweight black and white jewelry set for men.

LIHTLITSENTS

Lihlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, **Mark Netšajev**

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihlitsentsi) minu loodud teose „**MOKUMEGANE TEHNOLOOGIALE TUGINEV EHTEKOMPLEKT**“, mille juhendajad on Anni Kagovere ja Eilve Manglus, reprodutseerimiseks eesmärgiga seda säilitada, sealhulgas lisada digitaalarhiivi DSpace kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
2. Annan Tartu Ülikoolile loa teha punktis 1 nimetatud teos üldsusele kättesaadavaks Tartu Ülikooli veebikeskkonna, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace kaudu Creative Commons'i litsentsiga CC BY NC ND 3.0, mis lubab autorile viidates teost reprodutseerida, levitada ja üldsusele suunata ning keelab luua tuletatud teost ja kasutada teost ärieesmärgil, kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
3. Olen teadlik, et punktides 1 ja 2 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
4. Kinnitan, et lihlitsentsi andmisega ei riku ma teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse õigusaktidest tulenevaid õigusi.

Viljandis, _____ 20.05.2019

Mina, Mark Netšajev, kinnitan, et olen käesoleva töö kirjutanud iseseisvalt. Viljandis,

_____ 20.05.2019