

Aivar Johanson

SEPATÖÖD

Algkursus

2008

Sisukord

<u>Sisukord</u>	<u>2</u>
<u>Ohutusnõuded</u>	<u>3</u>
<u>Üldist sepatööst</u>	<u>6</u>
<u>Sepaääsil kasutatavad kütused</u>	<u>7</u>
<u>Sepaääs</u>	<u>8</u>
<u>Sepaääsi ehitus</u>	<u>8</u>
<u>Sepaääsi kasutamine</u>	<u>8</u>
<u>Alasi</u>	<u>10</u>
<u>Sepatööriistad</u>	<u>11</u>
<u>Sepapihid</u>	<u>11</u>
<u>Käsi – ja suurvasarad</u>	<u>12</u>
<u>Põhilised sepatööde liigid</u>	<u>13</u>
<u>Venitamine ja silumine</u>	<u>13</u>
<u>Raiumine</u>	<u>15</u>
<u>Jämendamine</u>	<u>17</u>
<u>Painutamine</u>	<u>19</u>
<u>Augulöömine</u>	<u>20</u>
<u>Väänamine</u>	<u>22</u>
<u>Sepakeevitus</u>	<u>23</u>
<u>Kasutatud kirjandus</u>	<u>24</u>

Sissejuhatus

Sepatöö algus jääb aastatuhandete taha, aega mil inimene õppis kasutama metalle. Väga pikka aega oli sepp kõige tähtsam oskustööline. Miks? Sellele annab vastuse järgmine legend: Pärast Jeruusalemma templi valmimist olevat kuningas Saalomon kutsunud pidusöögile kõikide ehituskunstide esindajad ja küsinud, et kelle tööd nad peavad kõige tähtsamaks templi ehitamisel. Iga ala meister (müürsepad, puusepad jne.) pidanud kõige tähtsamaks oma tööd. Selle peale küsinud Saalomon, et kelle valmistatud tööriistadega te oma tööd tegite. Siis olevat kõik meistrid sunnitud tunnistama, et ilma sepa tehtud tööriistadeta poleks olnud neil võimalik oma tööd teha.

Eestimaal on tehtud sepatööd üle 2000 aasta. Materjalina kasutati nii sissetoodud kui omatoodetud rauda. Eestis toodeti rauda soorauamaagist. Saadud rauda nimetati soorauaks. Sooraua tootmine oli töömahukas protsess. Kuna sissetoodud raud oli parema kvaliteediga, vähenes omatoodetud raua osakaal pidevalt. Vähesel määral toodeti Eestis soorauamaagist rauda kuni 18. sajandini. Edaspidi on sepad töötanud ainult sissetoodud rauaga.

Selle jutu peale ütleb mõni täpsust armastav metalliasjatundja, et sepp ei valmista tooteid rauast vaid terasest. Loomulikult on tal õigus. Raua peamine kasutusala on elektrotehnika. Kõikjal mujal kasutatakse terast. Paraku erineb kõnekeel natuke tehnilisest keelest: rongid sõidavad ikka raudteel mitte terasteel ja sepp taob rauda mitte terast.

Sepatöö osa metalli töötlemisel hakkas vähenema 19. saj. seoses tööstuse arenguga. Hakati massiliselt kasutama tööpinke metallide töötlemiseks (treimine, freesimine jne.), leiutati elektrikeevitus. See võimaldas toota kiiremini ja odavamalt.

Käesoleva kirjatöö koostaja ei seadnud endale eesmärgiks põhjaliku sepatöö õpiku koostamist. Eesmärgiks oli kokku panna selline materjal mis annaks esmase ülevaate sepa tööriistadest ja –vahenditest ning töövõtetest. See on mõeldud inimestele, kes on otsustanud kas või kordki proovida mis tunne on „rauast üle olla”. Samuti sobib ta töö- ja tehnoloogiaõpetuse õppematerjaliks sepatöö õpetamisel.

Ohutustehnika nõuded sepatöödel

Üldnõuded

1. Enne tööle asumist peab töökoht ja selle ümbrus olema korrastatud.
2. Sepikoda peab olema korralikult valgustatud.
3. Enne töö alustamist tuleb kontrollida tööriistade ja abivahendite korrasolekut. Kasuta ainult korras tööriistu. Enne töö alustamist kontrolli, et vasarad, meislid ja tornid oleks kinnitatud korralikult varre külge. Ära kasuta ärataotud peaga („habetunud“) vahevasaraid, vasaraid, meisleid ja torne.
4. Alasi peab olema kindlalt paigaldatud ja tööpind peab olema horisontaalne.
5. Töötades sepikojas tuleb kanda peakatet ja sobivat tööriietust, mis koosneb rinnakaitsega nahk või presentpõllest ja nahkkinnastest. Et vältida kuumat tagi või väikeste metallitükkide sattumist saabastesse, peavad püksisääred ulatuma üle saabaste. Tööriiete materjaliks sobib kõige paremini puuvillane riie. Erinevalt tehiskiust materjalist ei aja puuvillane riie higistama ja süttib ka raskemini kui tehiskiud.
6. Jalanõud peavad olema kinnised.
7. Selleks, et kaitsta silmi ja kõrvu töötamisel laialipaiskuvate metallikildude, sädemete ja tagi eest tuleb kanda kaitseprille või –kilpi ja kuulmekaitsed või kõrvatroppesid.
8. Normaalse töötingimuste tagamiseks, tuleb pidevalt jälgida ventilatsiooni korrasolekut.
9. Et ära hoida külmetumist, tuleb vältida tuuletõmbust sepikojas.

Ohutusnõuded sepistamisel

1. Iga tööriista võib kasutada ainult selleks milleks ta on määratud.
2. Sepikojas võta metallist alati kinni nii, nagu oleks ta kuum.
3. Jälgi, et kasutatavate pihvide lõuad vastaksid hoitava sepise ristlõike kujule.
4. Kuumat metalliga kokkupuutuvaid tööriistu jahuta regulaarselt.
5. Enne kui lüüa kuumale toorikule, on vaja alasi ja toorik rübust puhastada. Räbu ja metallitükke võib kõrvaldada ainult terasharjaga, mitte aga isegi kinnastatud käega.
6. Alasi peab olema puhas ja kuiv.

7. Jahtunud metalli sepistamist jätkata on ohtlik, sest jahtunult kaotab metall oma plastilisuse ning löökidest kandub tugev põrutus pihtide kaudu sepa käele. Jahtunud metalli pinnalt põrkub tööriist kergesti tagasi ja paiskub kõrvale ning võib seppa vigastada.
8. Ülekuumenenud metalli sepistamine ei ole soovitatav, sest löömisel lendavad selle küljest killud.
9. Kuumad sepised ja metallitükid tuleb panna jahtuma selleks ettenähtud kohta.
10. Töötamisel tuleb varrega tööriistu hoida endast vasakul või paremal pool, mitte enda ees, et vältida lööke kõhtu, rindu ja näkku.
11. Tuleb jälgida, et pihtide mokad ei jääks haamri alla ega sõrmed pihtide käepidemete vahele.
12. Viimased löögid lahtiraiutavate metallitükkide kõrvaldamiseks tuleb lüüa nõrgalt, et tükid ei paiskuks eemale.
13. Tuleb jälgida, et isikud kes tööst osa ei võta, oleksid alasist eemal ega seisaks maharaiutava metallitüki võimalikul lennuteel.
14. Valge hõõgumiseni kuumutatud metalli töötlemisel (keevitamisel) tuleb kasutada tumedate klaasidega kaitseprille.
15. Sepistamisel peab sepa abiline - pealelööja – asetsema sepa poolt näidatud töökohal ja täitma täpselt sepa käske.
16. Pealelöömisel ei tohi pealelööja seista otse sepa vastas, vaid temast paremal peaaegu täisnurga all.
17. Sepp peab abilisele näitama löögi koha käsihaamriga. Abiline peab lööma täpselt näidatud kohale ja ainult sepa loal.
18. Enne löömist peab abiline veenduma, et ta ei tabaks haamriga juhuslikku möödujat.
19. Sepis tuleb asetada alasile õigesti, tihedalt vastu alasi pinda. Seda saab kindlaks teha haamriga kergelt sepisele lüües.
20. Pärast tööd tuleb ääs kustutada, puhastada tööriistad ja paigutada ettenähtud kohale. Sepised paigutada neile määratud kohale ja puhastada ning korrastada töökoht.

Üldist sepatööst

Sepistamisel töödeldakse kuumutatud metalli vasaralöökidega, muutes tooriku kuju ja mõõtmeid. Kuumutamisel metalli plastilisus suureneb (metall muutub pehmeks), seetõttu muutub mehaaniline töötlemine tunduvalt kergemaks. Seejuures muutuvad ka metalli struktuur ja mehaanilisaed omadused. Metall kuumutamiseks on kasutatud läbi aegade ääsi. Lisaks ääsile kasutatakse tänapäeval metalli kuumutamiseks ka elektri- või gaasiahje. Sepistustemperatuur (temperatuuride vahemik mis on sobiv terase sepistamiseks) sõltub eelkõige terase süsinikusisaldusest. Õigesti valitud sepistamistemperatuur tagab sepise küllaldase plastsuse ja väldib jämedateralise struktuuri teket. Eriti tähtis on kinni pidada sepistamistemperatuuri ülemisest piirist. Kui ületada sepistamistemperatuuri ülemist piiri 120-150 °C on tulemuseks kasutuskõlbmatu ülepoletatud teras.

Kuumutatava metalli temperatuuri on võimalik kõige täpsemalt määrata elektriahjus, kuna need on tavaliselt varustatud mõõtevahenditega. Kasutades metalli kuumutamiseks ääsi on ainus võimalus hinnata metalli temperatuuri hõõgvärvuste järgi. Seda on tehtud juba aastasadu ja väga edukalt. Tulemuse täpsus sõltub eelkõige sepa kogemustest.

Tab. 1 Hõõgvärvused.

Hõõgvärvus	Temperatuur °C
Tumepruun	550 – 580
Pruunikaspunane	580 – 670
Tumepunane	670 – 720
Kirsipunane	720 – 780
Helekirsipunane	780 – 830
Punane	830 - 900
Helepunane	900 – 1050
Tumekollane	1050 – 1150
Helekollane	1150 – 1250
Valge	1250 – 1300
Helevalge	1300 – 1350
Pimestavvalge	1350 - 1450

Tab. 2 Sepistamise alg- ja lõpptemperatuurid.

Terase süsinikusisalduse %	Sepistamise algus		Sepistamise lõpp	
	Temperatuur °C	Hõõgvärvus	Temperatuur °C	Hõõgvärvus
0,1	1350	helevalge	750	kirsipunane
0,2	1300	valge	750	„
0,5	1250	helekollane	800	helekirsipunane
0,7	1150	kollane	800	„
0,9	1100	tumekollane	800	„
1,1	1070	„	800	„
1,3	1000	helepunane	800	„

Sepaääsil kasutatavad kütused.

Sepaääsil kasutatav kütus peab:

- a. andma töötemperatuuri vahemikus 1200-1350°C.
- b. võimaldama lihtsalt reguleerida soojusrežiimi
- c. andma võimalikult vähe jääkprodukte
- d. olema väikese väävlisisaldusega

Kõige paremini vastavad neile tingimustele kivi- ja puusüsi. Tänapäeval kasutatakse põhiliselt kivisütt. Sepaääsidele kõige paremaks kivisöeliigiks loetakse paakuvat sütt, mille tükkide suurus on 15-25 mm. Hea kivisüsi on musta värvi ja rasvase läikega. Põlemisel ta paakub ja moodustab kõva kooriku mis soodustab kõrge temperatuuri tekkimist tulepesas. Neile tingimustele vastab kõige paremini antratsiit mis on kõige suurema süsinikusisaldusega ja kõige väiksema lisanditehulgaga kivisüsi. Ta põleb väikese sinise leegiga, praktiliselt ilma suitsuta.

Parimaks kütuseks sepaääsile on puusüsi. Puusöest jääb põlemisel järele väga vähe tuhka ja väävlit ei leidu praktiliselt üldse. Puusöe kasutamist piirab tema kõrge hind.

Sepaääs.

Sepaääsi ehitus

Käisepistamisel kasutatakse metalli kuumutamiseks sepaääsi. Sepaääsi võib valmistada mitmesuguse konstruktsiooniga. Ääse valmistatakse nii statsionaarseid kui teisaldatavaid. Ääs (Joon. 1) koosneb raamist mille külge on kinnitatud malmist restpõhjaga tulepesa (Joon. 2). Kütuse põlemiseks tarvilik õhk puhutakse ventilaatori poolt tulepesasse mööda õhutoru. Õhutorusse on paigaldatud siiber õhu hulga reguleerimiseks. Õhutoru allosas asub luuk mille kaudu eemaldatakse räbu ja tuhk. Ääsi kohal on põlemissaaduste (suits, kütuseosakesed jne.) koondamiseks kumm , kust põlemissaadused eemaldatakse tõmbe teel ventilatsioonitoru või korstna kaudu välisõhku.



Joon. 1 Ääs



Joon. 2 Tulepesa



Joon. 3 Ventilaator koos õhutoru ja siibriga

Sepaääsi kasutamine

Enne töö alustamist tuleb tulepesa puhastada räbust ja tuhast ning kontrollida, et tulepesa restpõhi pole ummistunud. Vajaduse korral tuleb restpõhi puhastada spetsiaalse oraga. Seejärel süüdatakse ääsil tuli kasutades puitlaaste või muid süütamisvahendeid. Tule süütamise ajal peab õhusiiber olema praktiliselt kinni. Alles pärast seda kui kivisüsi on süttinud tuleb õhusiibrit järk järgult avada. Töötamise ajal peab jälgima, et leek oleks ääsil

ühtlane. Metall kuumeneb kõige paremini heleda, veidi suitseva leegi puhul. Kui leek on pimestavalt valge (õhku on liiaga) tekib kuumutatava metalli pinnale paks tagikiht ja võib toimuda metalli ülepõletamine. Kui aga ääsilt tuleb kogu aeg paksu suitsu, siis temperatuur on madal ja metall kuumeneb aeglaselt.

Kui tuli on tulepesas korralikult süttinud ei tohi kohe toorikut sütele asetada vaid tuleb sütel lasta mõni minut põleda, et terasele kahjulik väävel jõuaks välja põleda.

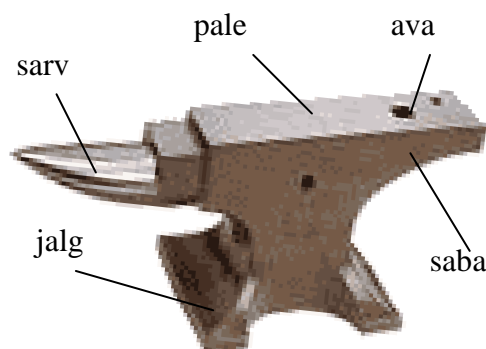
Toorik tuleb asetada ääsile nii, et ta kuumeneks kiiresti ja ühtlaselt. Vajadusel tuleb teda aeg ajalt pöörata. Selleks, et vältida ventilaatori poolt puhutava õhuvoo ja välisõhu jahutavat toimet tuleb jälgida, et kuumutatav toorik oleks pealt kaetud söega ja all oleks vähemalt 80-100 mm paksune söekiht. Kuumutamise ajal ei ole soovitatav puistata toorikule värsked süsi, sest need sisaldavad väävlit. Söed tuleks puistata ääsitule kõrvale, kust siis vastavalt süte ärapõlemisele lükatakse uued söed roobiga tule keskele. Nii saavutatakse olukord kus väävel põleb ära enne metalliga kokkupuutumist. Ainult puusöe kasutamisel võib tooriku asetada otse värskettesse sütesse.

Töö lõpetamisel tuleb lülitada välja ääsiventilaator ja sulgeda õhusüü. Tööriistad paigutada oma kohtadele ja korrastada töökoht.

Alasi

Alasi (Joon. 2) on metallalus, mille peal toimub metalli sepistamine. Selleks, et vasaralööke ilma märgatava liikumiseta vastu võtta peab alasi olema piisavalt raske. Alaseid valmistatakse kaaluga 15 -300 kg. Enamkasutatavad on alased kaaluga 50 – 100 kg. Alasid valatakse terasest. Väliskuju järgi jagunevad alased kolmeks:

- a. sarvedeta alasi
- b. ühe sarvega alasi
- c. kahe sarvega alasi



Joon.4 Alasi

Kõige enam on levinud ühe sarvega alased.

(Joon. 4). Alasi pealmist osa, mis on ette nähtud metalli sepistamiseks, õgvendamiseks

ja tükeldamiseks nimetatakse paleks. Alasi pale peab olema korralikult karastatud ja sile. Pale sees on tavaliselt kaks vertikaalset ava. Ümmargust ava kasutatakse üarmaterjali painutamiseks ja aukude löömisel sepisesse. Ruudukujulist ava kasutatakse mitmesuguste abitööriistade (alasi-meisel, venituspinn) kinnitamiseks. Alasi teravat otsa nimetatakse sarveks. Sarve kasutatakse peamiselt tooriku painutamiseks. Alasi teises otsas olevat täisnurkset väljaulatuvat osa nimetatakse sabaks. See võimaldab painutada toorikut täisnurga all. Allosas on alasil jalad mille abil kinnitatakse alasi alasipaku külge. Kinnitusvahendina kasutatakse konksnaelu või klambreid. Alasi pale kõrgus põrandast peaks olema 750 – 800 mm. Alasi kõrgus on õige, kui sepa allalastud käte sõrmed puudutavad alasit.

Sepatööriistad

Põhilised tööriistad sepatöödel on erineva suuruse ja kujuga vasarad ning erineva pikkuse ja erineva mokaade kujuga pihid. Lisaks neile kasutab sepp veel suurt hulka erinevaid tööriistu ja abivahendeid kuid neid käsitleme konkreetsete tööliikide juures.

Sepapihid

Kuumutatud toorikut haaratakse, tõstetakse ääsilt maha, hoitakse ning pööratakse sepistamisel pihtidega (Joon. 5) mille mokaade kuju vastab tooriku kujule. Pihid koosnevad kahest vardast mis on omavahel liikuvalt kokku needitud. Kumbki varras koosneb omakorda kahest osast – lühemast osast, mida nimetatakse mokaks ja pikemast osast, mida nimetatakse pidemeks. Käsitsi sepistamisel kasutatavate pihtide pikkus on 400-600 mm.



Joon. 5 Pihid

Joon. 6 Pihtide mokad

Käsi- ja suurvasarad

Sepa käsivasaraid (Joon. 7) kasutatakse väikeste toorikute sepistamisel ning pealelööjale koha näitamiseks, kuhu tuleb suurvasaraga lüüa, suuremate esemete sepistamisel. Käsivasarad kaaluvad 0,2-2 kg. Vasara vars valmistatakse tugevast, sitkest ja kuivast puidust (kask, vaher jne) Varre pind peab olema tasane ja sile, et see ei hõõruks käsi. Tänapäeval kasutatakse varrematerjalina ka plastikut. Varre pikkus on 350-400 mm. Vars tuleb vasarasse kinnitada tugevasti ja kinni kiiluda.



Joon. 7 Sepavasarad

Käsivasaral on pinn ja laup. Laup on ümmargune või ruudukujuline veidi kumera pinnaga.

Pinni kuju võib olla tõmp, teravnev või kerakujuline, sõltuvalt vajadusest. Vasara tööpinnad lihvitakse.

Suurvasarad (Joon. 8) kaaluvad 2- 10 kg. Nende vars on 700-900 mm pikk. Need on pealelööja peamised tööriistad. Neid kasutatakse kahe käega tugevate löökide andmiseks. Oma kujult jagunevad suurvasarad terava- ja tõmbininalisteks. Suurvasara löögipind on veidi kumer ja hästi lihvitud.



Joon. 8 Suurvasar



Joon. 9 Sepakruustangid

Toorikute kinnitamiseks kasutatakse sepikojas sepakruustange (Joon. 9). Sepakruustangid valmistatakse terasest kuna nad peavad taluma ka löökkoormust.

Põhilised sepatööde liigid

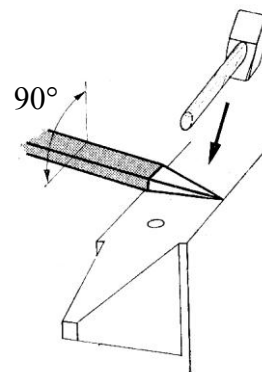
Põhilisteks sepatööde liikideks on:

- a. venitamine ja silumine
- b. raiumine
- c. jämendamine
- d. painutamine
- e. augulöömine
- f. väänamine
- g. sepakeevitus

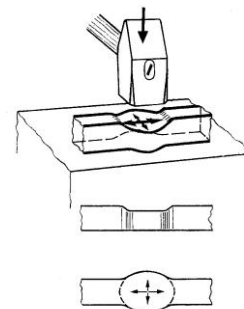
Venitamine ja silumine

Venitamiseks nimetatakse sellist sepistamisoperatsiooni mille käigus vähendatakse tooriku ristlõiget ja suurendatakse selle pikkust. Seejuures venitatakse metallikiud pikemaks enam-vähem ühtlaselt kogu tooriku ristlõikes. Venitamisoperatsioon seisneb praktiliselt selles, et äärsilt võetud ja alasile paigutatud toorikut taotakse vasaraga. Löövide kohal muutub toorik õhemaks, kuid ka laiemaks ja pikemaks. Siis pööratakse toorikut 90° võrra (kanditakse seda) ja antakse lööke laienenud kohale, mille tagajärjel tooriku laius väheneb, pikkus aga suureneb. Tagumist jätkates pööratakse toorikut 90° võrra niikaua, kui on saavutatud nõutav pikkus ja ristlõige (Joon. 10).

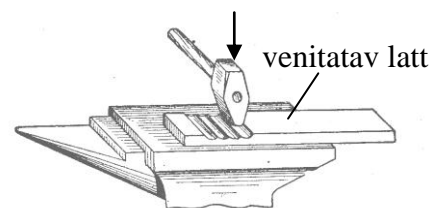
Kui toorikul on tarvis suurendada nii pikkust kui ka laiust, siis taotakse seda vasara laubaga, asetades tooriku lapiti alasile (Joon. 11). Kui on tarvis suurendada ainult pikkust, siis kasutatakse vasara kitsast pinni (Joon. 12) või kitsast venitusvasarat (Joon. 13) millele antakse



Joon. 10 Venitamine

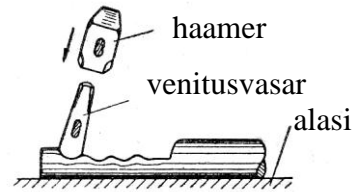


Joon. 11 Tooriku venitamine mõlemas suunas

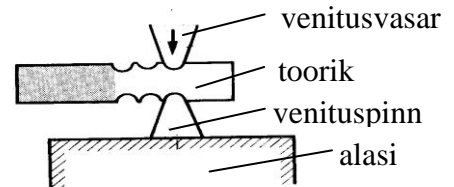


Joon. 12 Venitamine vasara pinni abil

lööke vasara laubaga. Venitusvasara mõju on võimalik suurendada kui venitatavat toorikut ei toetata alasile vaid alasi kandilisse auku paigaldatud venituspinnile (Joon. 14). Kitsa tööriista või tugipinna kasutamisel edeneb venitamine kiiremini. Seepärast võib venitamise ajal tooriku toetada alasi sarvele või nurgale. Pärast venitamist silutakse tooriku pinda vasara laubaga või spetsiaalse silumisvasaraga (Joon. 16). Venitada ei tohi liiga tugevate löökidega. Löögid tuleb anda vaheldumisi kord ühele, kord teisele küljele. Kui kummalegi küljele on antud 2-3 lööki, tuleb kergete löökidega tasandada laienevad servad. Liiga tugevate löökide puhul väheneb ristlõikepind tunduvalt, toorik kõverdub ja võivad tekkida praod. Pikki toorikuid venitatakse keskelt ühe otsa poole ja seejärel keskelt teise otsa poole. Lühikesi toorikuid venitatakse ühest otsast kuni teiseni.



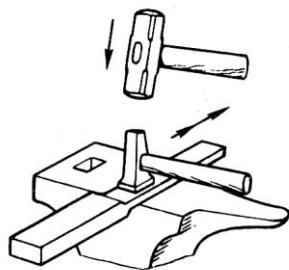
Joon. 13 Venitamine venitusvasara abil



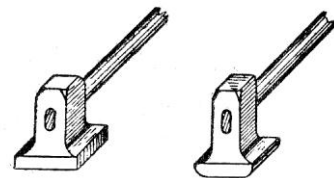
Joon. 14 Venitamine venituspinni abil



Joon. 15 Venituspinn



Joon. 17 Silumine



Joon. 16 Silumisvasarad

Raiumine

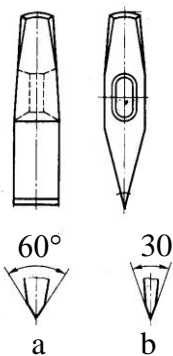
Raiumine on sepistamisoperatsioon mille käigus eraldatakse tooriku küljest osa metalli või lõhestatakse toorik meisli abil. Käsisepistamisel kasutatakse kahte raiumisviisi:

- sisseraiumine (osaliste sisselõigete tegemine)
- maharaiumine (tüki eraldamine)

Metalli võib raiuda nii külmalt kui ka kuumalt. Külmalt raiutakse ainult pehmest terasest väikese ristlõikega toorikud. Legeeritud terasest toorikuid raiutakse alati kuumalt. Metalli külmalt raiumine on ohtlik, sest lahtiraiutud metallitükk võib lennata kaugele ja seejuures kedagi vigastada. Kuumalt raiumiseks kuumutatakse toorik punase hõõgumiseni (850-950°C), asetatakse alasile, märgitakse ära raiumiskoht ja raiutakse vajalik tükk küljest ära. Kuuma metalli raiumisel tuleb vältida meisli liigset kuumenemist (meisli tera muutub pehmeks). Seepärast tuleb

meislit aeg-ajalt jahutada veega.

Käsitsi raiumisel kasutatakse sepameislit (Joon. 18) ja alasimeislit (Joon. 19). Sepameisli kuju ja teritusnurk sõltub sellest kas ta on ette nähtud külma või kuuma metalli raiumiseks. Külma



Joon. 20 Sepameisel
a-külma metalli raiumiseks
b-kuuma metalli raiumiseks

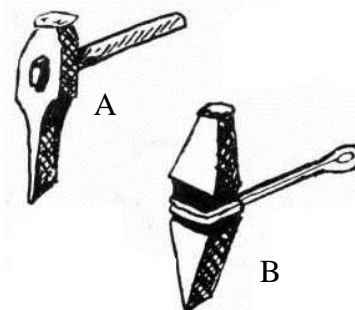
metalli raiumise meisel on paksema teraga kui kuuma metalli raiumise meisel. Külma metalli meisli lõiketera teritatakse 60° nurga all, kuuma metalli meisli lõiketera aga 30° nurga all (Joon. 20). Sepameisli võib kasutada puitvart või pehmest terastraadist liikuvalt kinnitatud käepidet (Joon. 21).



Joon. 18 Sepameisel



Joon. 19 Alasimeisel



Joon. 21 Sepameisli käepidemed:
A- puit; B- metall

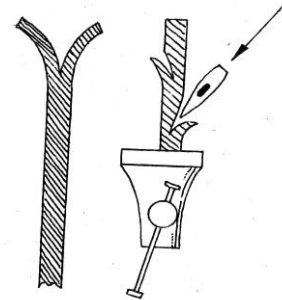
Alasimeislil on neljakandiline saba, millega ta pistetakse alasi auku. Alasimeisli ülemine osa teritatakse nagu sepameislilgi. Teritusnurk sõltub sellest, kas metalli raiutakse külmalt või kuumalt.

Sisseraiumisel tehakse toorikusse vajaliku sügavusega sisselõige või raiutakse mingi osa toorikust osaliselt lahti (Joon. 22 ja 23). Sisseraiumist kasutatakse ka sälkudega märkimiseks

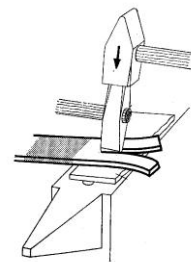
Maharaiumisel eraldatakse toorikust mingi osa või raiutakse pikem toorik tükkideks. Raiumiskoht märgitakse toorikule sälguga, seejärel asetatakse sepameisel märgitud kohale ja tugevate vasaralöökidega sepameisli pihta raiutakse toorik läbi kuni kolmveerand ristlõike ulatuses. Pärast seda pööratakse toorikut 180° , asetatakse ta alasi servale ning raiutakse lõplikult maha. (Joon. 24). Lõplikuks maharaiumiseks asetatakse toorik alasi servale seepärast, et mitte vigastada meislitera või alasi palet. Õhukese lehtmetsa raiumisel, et mitte rikkuda sepameisli vastu alasi karastatud pinda, asetatakse alasil pehmest terasest alus.

Alasimeisliga raiumisel märgitakse toorikule raiumiskoht. Seejärel asetatakse toorik raiumiskohaga alasimeislile (Joon. 25) ja täpselt samale kohale tooriku peal asetatakse sepameisel mille peale lüüakse sepavasara. Sel viisil raiutakse toorik peaaegu läbi, jättes terveks ainult kitsa vaheriba. Siis asetatakse toorik alasi servale ning raiutakse lõplikult läbi sepameisliga või murtakse maharaiutav osa lahti selle otsale vasaraga lüües.

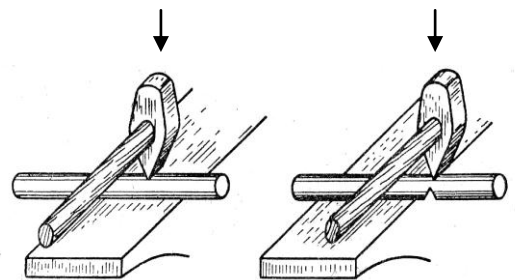
Raiumisel peab jälgima, et toorik asetseks tihedalt alasil ja sepameisel seisaks täiesti vertikaalselt, sest vastasel korral lendab meisel vasaralöögist eemale ja võib tekitada vigastusi.



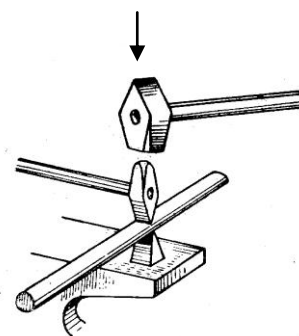
Joon. 22 Sisseraiumine



Joon. 23 Sisseraiumine alasil



Joon. 24 Maharaiumine sepameisliga



Joon. 25 Raiumine alasimeisliga

Jämendamine

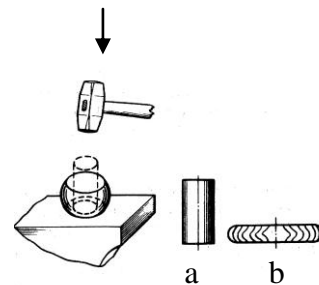
Jämendamiseks nimetatakse sellist sepistamisoperatsiooni, mille puhul suureneb tooriku ristlõige ja väheneb selle pikkus. Sepatöödel kasutakse kolme liiki jämendamist: täielikku, keskelt ja otsast jämendamist.

Täielikku jämendamist kasutatakse siis, kui on vaja suurendada tooriku ristlõiget kogu pikkuses. Selleks kuumutatakse toorik sepistamistemperatuurini, asetatakse vertikaalselt alasile ning lüüakse vasaraga tooriku ülemisele otsale, mistõttu tooriku pikkus väheneb, ristlõige aga suureneb (Joon. 26). Täielikul jämendamisel ei tohi tooriku pikkus olla suurem läbimõõdust või paksusest rohkem kui 2-2,5 korda, vastasel juhul võib toorik kõverduda.

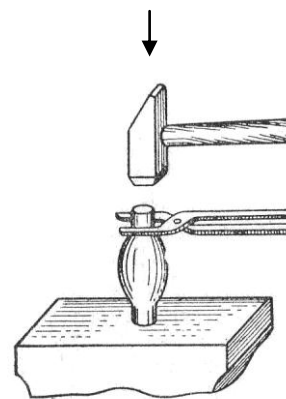
Keskelt jämendamisel kuumutatakse ainult tooriku keskk kohta, asetatakse siis toorik vertikaalselt alasile ning lüüakse vasaraga tooriku ülemisele otsale, mille tagajärjel tooriku kuumutatud keskosa jämeneb (Joon. 27). Kui toorik on lühike ja keskelt kuumutades kuumenevad ka tooriku otsad, siis jahutatakse otsad vees enne keskkoha jämendamist.

Otsa jämendamist kasutatakse siis kui on tarvis suurendada tooriku otsa ristlõiget. Tooriku ots kuumutatakse sepistamistemperatuurini. Siis asetatakse toorik vertikaalselt alasile kuumutatud otsaga ülespoole (Joon. 28a) ja lüües vasaraga tooriku otsale (Joon. 28 b) jämendatakse tooriku ots soovitud mõõduni. Väga pika tooriku puhul võib tooriku võtta kätte ja lüüa tooriku kuumutatud otsa vastu alasit kuni vajaliku mõõtme saavutamiseni (Joon. 29).

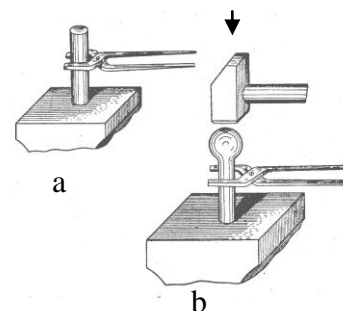
Kõigi nende jämendamisviiside kasutamisel tuleb



Joon. 26 Täielik jämendamine
a-enne jämendamist;
b-pärast jämendamist



Joon. 27 Keskelt jämendamine



Joon. 28 Otsa jämendamine



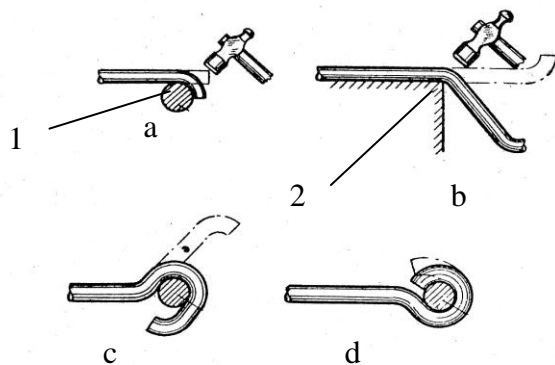
Joon. 29 Pika tooriku
jämendamine

vältida liiga tugevaid lööke, sest vastasel korral võivad tekkida toorikusse praod. Taguda tuleb sagedaste, kuid mitte tugevate löökidega. Löögi tugevus sõltb eelkõige materjali läbimõõdust. Tooriku kõverdumise korral tuleb ta kohe õgvendada.

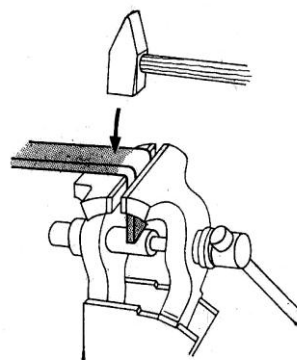
Painutamine

Painutamine on sepistamisoperatsioon, mille käigus antakse toorikule ettenähtud painutatud kuju. Painutamiseks on palju erinevaid võimalusi. Käsitsi painutamisel asetatakse painutatava tooriku kuumutatud koht alasi serva või sarve peale (Joon. 30) või pigistatakse toorik kruustangide vahele (Joon. 31) ning taotakse vasara abil tooriku painutatav ots vajalikul määral kõveraks. Painutamisel on võimalik kasutada ka mitmesuguseid abivahendeid ja rakiseid (Joon. 32)

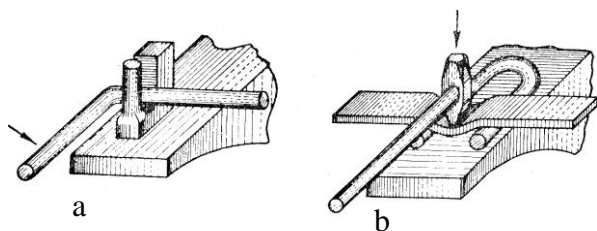
Enne painutamist tuleb toorik kuumutada punase hõõgumiseni (ca 800° C). Mida kõvem on teras seda kõrgem peab olema painutustemperatuur.



Joon. 30 Aasa painutamine
1 – alasi sarv; 2 - alasi



Joon. 31 Painutamine kruustangide vahel



Joon. 32 Varda painutamine: a-kahvli abil
b-klambri abil

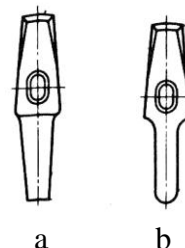
Augulöömine

Augu läbi- ja sisselöömine on operatsioonid, mille käigus lüüakse toorikusse auk või süvend. Käsisepistamisel kasutatakse ühelt või kahelt poolt augulöömist. Augud lüüakse sepatorniga (Joon. 33). Kõige suuremaks eeliseks sepameetoditega avade valmistamisel on see, et ava kujul pole mingeid piiranguid. Sepatorni ots võib olla mitmesuguse kujuga – ruudukujuline, ümmargune jne. Sepatorni alumine ots valmistatakse tavaliselt koonusekujuline, mis võimaldab ühe torniga lüüa erineva suurusega auke ja hõlbustab ka torni väljavõtmist august. Sepatornid jaotatakse läbistusviisi järgi kaheks: löike- ja venitustornid. Erinevus seisneb torniotsa kujus. Lõiketorni ots (joon. 34 a) on teravate servadega. Lõiketorn lõikab sepise küljest oma suurusele ja kujule vastava tüki, lükates seda enda ees juba enne, kui on jõudnud sepisest läbi tungida. Venitustorni ots on ümarate servadega (joon. 34 b). Ümara otsaga venitustorni löömisel kuuma metalli sisse liigub materjal torniotsa teelt ära külgedele ja tugevdab sepist.

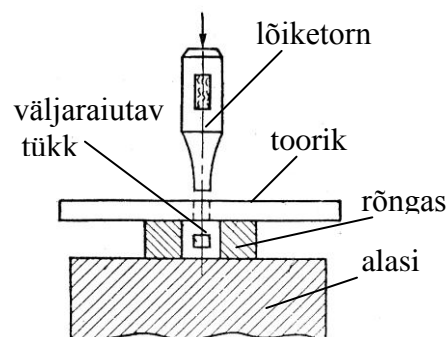
Õhukestesse detailidesse lüüakse augud ühelt poolt lõiketorniga. Selleks asetatakse temperatuurini 900-1000° C (tumekollane hõõgvärvus) kuumutatakse detail alasile nii, et koht, kuhu tuleb lüüa auk, asetseks alasi augu kohal. Võib ka asetada detaili alla rõnga, mille läbimõõt on läbilöödava augu läbimõõdust veidi suurem (Joon. 35). Siis asetatakse kohale, kuhu on tarvis auk lüüa, sepatorn ja lüüakse sellele vasaraga. Väljalöödav metallitükk langeb alasi või rõnga auku.



Joon. 33 Sepatorn



Joon. 34 Sepatornid
a-lõiketorn; b-venitustorn

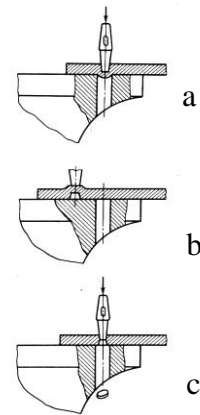


Joon. 35 Augu löömine ühelt poolt

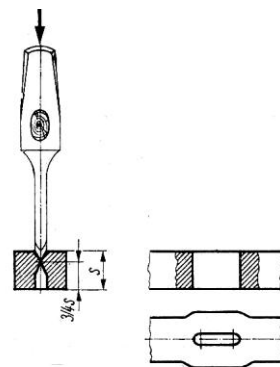
Paksematesse detailidesse lüüakse auk kahelt poolt, venitustorni kasutades. Temperatuurini 900-1000° C kuumutatud toorik asetatakse alasile nii, et koht kuhu tuleb lüüa auk, asetseks alasi augu kohal. Kohale kuhu on tarvis auku lüüa, asetatakse nüüd venitustorn.

Sepahaamri kergete löökidega lüüakse torn toorikusse umbes selle poole paksuseni nii, et vastaspooltel tekiks kumerus (joon. 36a). Nüüd võetakse torn välja, toorik pööratakse ümber, tekkinud kumerusele lüüakse vasaraga kaks-kolm korda. (Joon. 36b) Kumeruse keskele asetatakse venitustorn ja vasaralöökidega lüüakse see metalli sisse. Materjal libiseb jälle tornist mööda, kuid ainult seni, kuni ava põhi on piisavalt õhukeseks muutunud. Siis lakkab materjali külgedele libisemine ja põhi rebeneb ära. (Joon. 36c) Tekkinud materjalitükk on lõiketorni kasutamisel eralduvaga võrreldes väike. Kui materjal millesse auk lüüakse on paks, siis tuleb sepatorn aeg-ajalt sisselöödavast august välja võtta ja selle otsa vees jahutada. Vastasel korral sepatorn kuumeneb liialt, paindub kõveraks ja ei löö metallist läbi. Läbilöödavasse auku on soovitatav puistata puusöe või grafiidipulbrit, see ei lase sepatorni metalli sisse kinni jääda.

Selleks, et hõlbustada augu löömist paksemasse toorikusse võib eelnevalt sellesse raiuda sepameisliga lõhe. (Joon. 37) ja alles seejärel venitada venitustorniga auk sobivaks. Selleks kasutatakse meislit millel lisaks terale on teritatud ka küljed. Selline meisel võimaldab, pärast torniga läbilöömist, saada korrektse ümarguse ava.



Joon. 36 Augu löömine kahelt poolt



Joon. 37 Lõhe raiumine toorikusse, enne augulöömist

Väänamine

Väänamine on sepistamisoperatsioon, mille juures tooriku üks osa väänatakse teatud nurga alla tooriku teise osa suhtes ühise telje.

Väänamist kasutatakse pikkade detailide valmistamisel, näiteks kahe aasaga varraste juures, kus aasad peavad teineteise suhtes asetsema risti. Selleks kinnitatakse keskelt kuumutatud varras kruustangide vahele (ühest otsast) ja pööratakse varda teist otsa pihtide või pööriku abil, kuni aasad võtavad vajaliku asendi. Küllaltki palju kasutatakse väänamist dekoratiivsepiste valmistamisel (Joon. 38).

Väänamiseks kinnitatakse toorik väänatava koha kõrvalt tugevasti kruustangide vahele. Tooriku teisest otsast haaratakse pööriku või pihtidega. Väänamine toimub käsitsi. Selleks, et toorik ei painduks väänamisel kõveraks on soovitatav kasutada kahepoolse käepidemega pöörikut.



Joon. 38 Käepide

Sepakeevitus

Sepakeevituseks nimetatakse plastilise olekuni kuumutatud metallitükkide liitmist välise surve abil. Sepakeevituseks sobib madala süsinikusisaldusega teras ($C=0,15-0,35\%$). Suurema süsinikusisaldusega teras keevitub halvemini. Keevitamistemperatuur on 100-150 kraadi kõrgem kui sepistamistemperatuur (valge hõõgvärvus). Kvaliteetse keevituse eeltingimuseks on kokkukeevitatavate pindade puhtus (keevitatavatel pindadel olev tagi takistab teraseosakeste omavahelist tihedat kokkupuutumist ja vähendab seega keevisliite tugevust). Selle saavutamiseks peavad keevitatavad pinnad olema kuumutamise ajal kaetud kergesti eemaldatava räbukihi. Räbukiht eemaldab tagi ja aitab vältida terase ülepõlemist. Räbu tekitamiseks kasutatakse räbustit: booraksit või peenikest sõelutud jõeliiva.

Sepakeevitus koosneb järgmistest operatsioonidest:

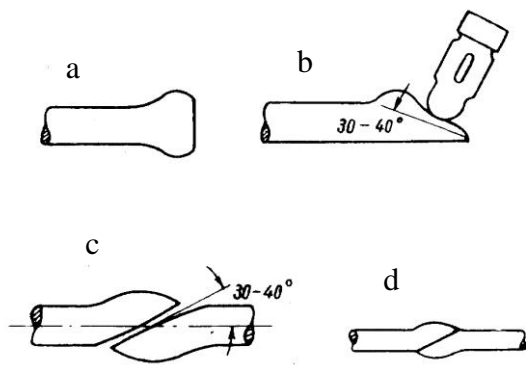
- a. kokkukeevitatavate otste ettevalmistamine
- b. kokkukeevitatavate otste kuumutamine keevitamiseks
- c. otste kokkukeevitamine
- d. keevisõmblusse läbitagumine ja silumine

Keevitustemperatuur läheneb sulamistemperatuurile ja sellisel temperatuuril oksüdeerub metall intensiivselt. Selleks, et keevituskoha ristlõige pärast keevitust ei väheneks, tuleb keevitatavate detailide otsad enne keevitust jämendada. Seejärel antakse keevitatavatele pindadele soovitud kuju. Kuju sõltub liite liigist. Sellele järgneb kokkukeevitatavate otste kuumutamine. Kokkukeevitatavate pindade puhastamiseks kaetakse nad räbustiga. Räbusti sulab kiiresti ja tekitab pinda kaitsva vedela räbukihi mis eemaldab tekkiva tagi. Kui kokkukeevitatavad metallitükid on kuumenenud vajaliku temperatuurini, võetakse nad tulest välja ning vastu alasit koputades puhastatakse räbust (vajadusel kasutatakse ka vasarat, terasharja või kraapi). Et vältida metalli liigset jahtumist tuleb seda teha väga kiiresti. Seejärel asetatakse kokkukeevitatavad otsad teineteisele ning taotakse kiirete vasaralöökidega keevituskoha. Algul nõrgemate, pärast tugevamate löökidega. See võimaldab saavutada tiheda ühenduse kokkukeevitatavate pindade vahel. Korralik keevitus saadakse ainult kõrgel temperatuuril. Jahtumise vältimiseks peab kogu protsess toimuma väga kiiresti. Viimaseks operatsiooniks on liitekoha läbitagumine ja silumine. Kui detaili kuju võimaldab kasutatakse silumiseks vormipinne.

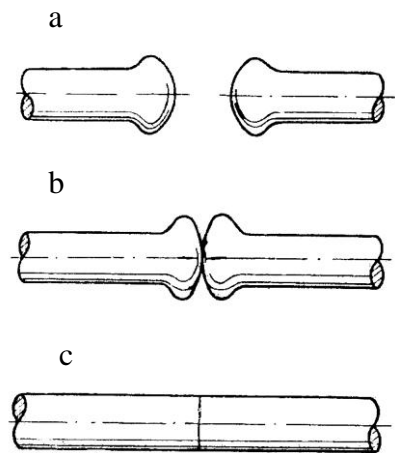
Enamkasutatavad keevisliite liigid sepakeevitusel on: ülekatteliide, kiilliide, põkkliide, vastakliide, vaheliteliide ja lappliide. Lihtsamad valmistada on ülekatteliide ja põkkliide

Ülekatteliide on kõige enamkasutatavaim keevisliide sepakeevitusel. Enne keevitamist jämendatakse metallitükkide kokkukeevitatavad otsad. Järgnevalt sepiistatakse detaili otsad kaldu moodustuvad nn. lakad. Seejärel kuumutatakse detaili otsad keevitustemperatuurini, puhastatakse rübust, üks lakk asetatakse teisele (Joon. 46) ja taotakse keevituskoht korralikult läbi. Viimaks silutakse keevituskoht.

Põkkliidet kasutatakse juhul kui ühendatavad otsad on liiga lühikesed ülekatte- või kiilliite kasutamiseks. Ta annab suhteliselt nõrga ühenduse. Põkkliite valmistamisel (Joon. 45) jämendatakse ja seejärel ümardatakse metallitükkide keevitatavad otsad. Ümardamine on vajalik selleks, et kokkukeevitatavate otste vahelt surutakse välja kuumutamisel tekkiv räbu. Seejärel kuumutatakse metallitüki keevitatavad otsad keevitustemperatuurini ja puhastatakse rübust. Asetatakse kuumutatud otsad vastamisi ja antakse vasaraga lööke kuumutamata otsale mille tagajärjel keevitatavad otsad surutakse kokku ja keevituvad.



Joon. 46 Ülekatteliide



Joon. 44 Põkkliide