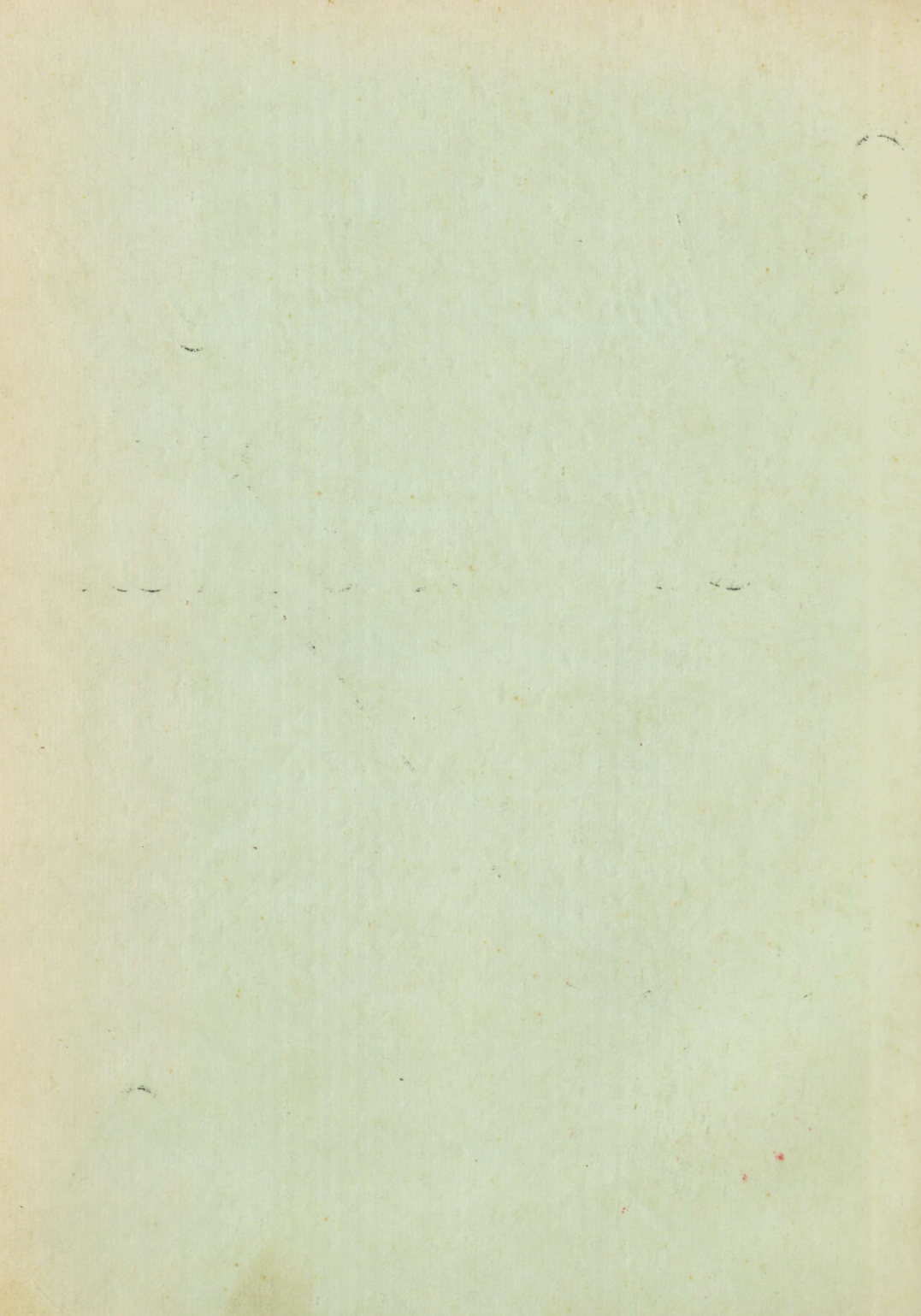


Elekterkeevituse
käsiraudmat

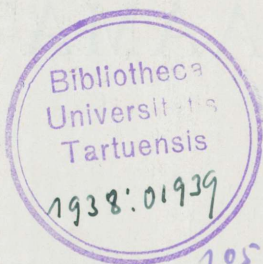




ELEKTERKEEVITUSE KÄSIRAAMAT



TARTU 1938



10585

A-13375

O./ü. „Ilutrükk“, Tartu, 1938.

EESSÕNA.

Käesoleva brošüüri eesmärk on täita lünka meie kirjanduses elekterkaarkeevituse alal. Elekterkaarkeevitus võidab viimastel aastatel ikka kasvavat tähtsust meie tööstuses. On korraldatud ka juba rida kursusi tublide keevitajate ettevalmistamiseks, kuid alati ei ole asjast huvitatuil võimalik neist osa võtta. Tihti ununeb ka üks või teine asi, nii et tarvidus sellelaadilise käsiraamatu järele on küllalt tungiv.

Avaldan suurimat tänu hr. Juhan Zink'ile, hr. ins. Peeter Tamm'ele korrektuuri läbivaatamise eest ja eriti suurt tänu hr. Herbert Siefermann'ile raamatu koostamise kaasabi eest.

Igasuguseid õigustatud täiendustepanekuid võetakse tänuga arvesse.

K. R a a c k.

ELEKTERKEEVITUSE PÕHIMÕTTED.

Elekterkaarkeevituse oluliseks tunnuseks on elekterkaare kuumuse kasutamine keevitamise otstarbeks.

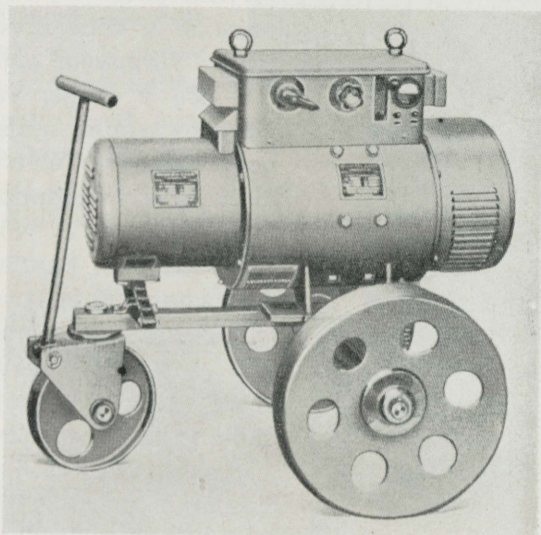
Elekterkaare all mõistetakse tugeva valgus- ja soojuskiirguse saatel toimuvat elektrivoolu läbitungimist õhust või teistest gaasikujulistest ainetest. See tekib kahe kontaktis oleva, vooluringiga ühendatud ja küllaldast pinget (süütepinge) omava juhtme vahel nende eemaldamisel teineteisest. Elekterkaare alalhoid eeldab teatavat vahet kaarepinge, voolutugevuse ja kaarepikkuse vahel. Kui näiteks voolupinge ei vasta kaarepikkusele, siis katkeb kaar.

Elekterkaare temperatuur ulatub 4000° kuni 5000° C. Alalisvoolu kasutamisel on temperatuur + poolusel 400—600° C võrra kõrgem kui — poolusel. Vahelduvvoolu kasutamisel on temperatuur, vaatamata voolusuuna pidevale ja kiirele muutumisele, töösemel veidi kõrgem kui elektroodil.

Keevituselektroodidena leiavad kasutust nii söe- kui ka metall-elektroodid ja olenevalt tarvitatavast elektroodiliigist räägitakse „söekaarest“ või „metallkaarest“. Söekaar saadakse kahe söeelektroodi või söeelektroodi ja tööseseme vahel, metallkaar tavaliselt metall-elektroodi ja tööseseme vahel. Kuna tegelikult tarvitatakse peamiselt metallkaarkeevitust, siis peatume ligemalt ainult selle vaatlemisel.

Keevitamisel kasutatakse elekterkaare kuumust järgmiselt: üks juhe ühendatakse keevituselektroodiga, teine keevitatava esemega. Puudutades nüüd elektroodiotsaga tööset kutsutakse esile lühikärgeline ühendus. Eemaldades elektroodi siis mõne millimeetri võrra puutekohast tekib voltkaar, mida võib teatavil eeldusel alal hoida. Et elekterkaare temperatuur on kõrgem raua või malmi sulamistäpist,

siis sulab metall, tekitades tööesemele kaare puutekohas väikese, vedela metalliga täidetud molli. Siinjuures ei ulata sulatismolli läbimõõt (vastandina autogeenkeevitusele) üle mõne millimeetri. Samal ajal hakkab aga ka elektroodi metall kõrge kuumuse mõjul sulama. Elektroodiotsale tekib tilk vedelat metalli, mis kandub kaare kaudu sulatismoldi tööesemel. See metalli üleminek elektroodilt tööesemele ei ole silmaga nähtav, kuid eriliste abinõude varal on tehtud kindlaks, et see teostub äärmiselt kiirelt ja väga sagedasti (umbes 40 korda sekundi kestel). Iga sellise vedela metalli ülemineku puhul



Joonis 1.

elektroodilt tööesemele tekib nende vahel lühiühendus, kusjuures kaar katkeb. See lühiühendus kestab aga vaid päris lühikest aega ja elekterkaar süttib otsekohe uuesti.

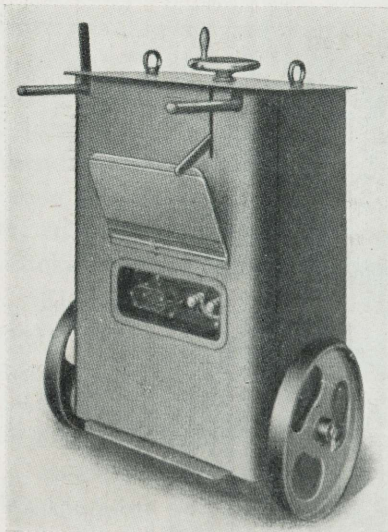
Elekterkaarkeevitusel kasutatakse seda metalli ülekande nähet elektroodilt tööesemele keevitusõmbluste tegemiseks.

Keevitusõmblus koosneb peamiselt ülekandunud elektroodimaterjalist ja osalt sulanud tööeseme materjalist. Et vedel metall ülemineku kestel elektroodilt tööesemele allub mitmele välisele

mõjule (ühineb osaliselt ümbritseva õhuhapnikuga ja lämmastikuga ning mõned elektroodi koostisosad auravad ja põlevad elekterkaares täiesti või osaliselt), siis on keevitis koosseisult teissugune, kui elektrood.

KEEVITUSSEADED JA NENDE KORRASHOID.

Nagu eelpool nähtud, võib elekterkaarkeevituseks kasutada niihästi alalis- kui ka vahelduvvoolu.



Joonis 2.

Keevituskaare süütamiseks tarvilik pinge on ca 65 V alalis- ja ca 75 V vahelduvvoolu kasutamisel. Võrguvool omab harilikult 220—380 V pinge. Vahenditult ei ole keevitamine sellise kõrge pingega võimalik. Tuleb lülida vahele alalisvoolu kasutamisel: umformerid (vt. joon. 1) või takistused, vahelduvvoolu kasutamisel: transformaatorid (2 ja 3) või kägipoolid.

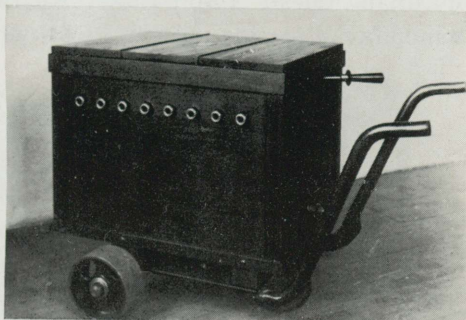
Elekterivõrgu puudumisel tuleb kasutada keevitusdünamot, mille käivitamiseks on vajalik mingisugune jõuallikas võimsusega vähemalt 10—15 h.-j. Mootori puudumisel tuleks valida keevitusagregaat sisepõlemismootoriga (4). See agregaat võib olla niihästi liikuv kui ka paigalseisev.

Korralikkude keevitustulemuste saavutamiseks on tarvis hoolitseda keevitustööriistade korrashoiu eest. See on maksev esijoones keevitusmasina kohta. Transformaatori juures piirdub see korrashoid sellega, et hoitakse ta sees- ja välispidiselt tolmuvaba ja kinnitatakse kontaktid (krupipoldid) sedavõrd, et need ei lõtva ja ei tekitaks seega ülearust masina kuumenemist.

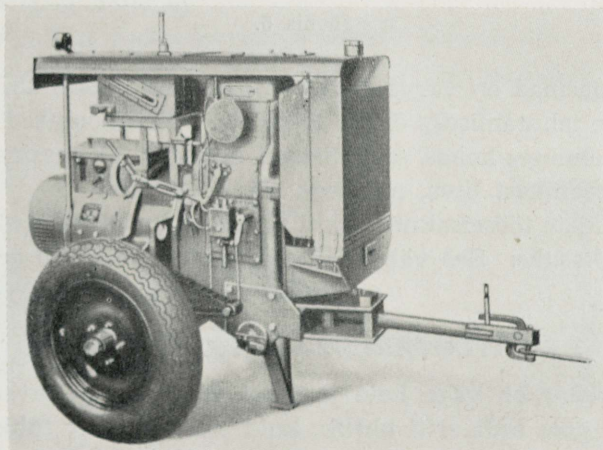
Umformeri korrashoid on veidi raskem. Iseenesest mõistetav nõue on korralik õlitamine, mida tuleb toimetada täpselt juhiste

kohaselt. Ka siin tuleb silmas pidada kontaktide kinnitamist. Masina ühendatud kaabel ei tohi liikuda kruvipoltide küljes edasi-tagasi, mille tagajärjel soojenemine lülituskohtadel võib sulatada kaablikinga, kuumutab masina ja vähendab ta võimet.

Kollektorit (5) tuleb nädala kestel korduvalt kontrollida ja nimelt masina töötamise ajal. Ka vähene sädetekkimine tuleb kohe kõrvaldada. See jääb masina tühjalkäigu ajal tähele panemata. Seepärast peab abiline jälgima kollektorit sel ajal, kui keevitaja keevitab. Kollektori üksikud lamellid on eraldatud teineteisest vilgukivist vahekihtide abil. Kollektori kulumise tagajärjel tikub see vahekiht esile.



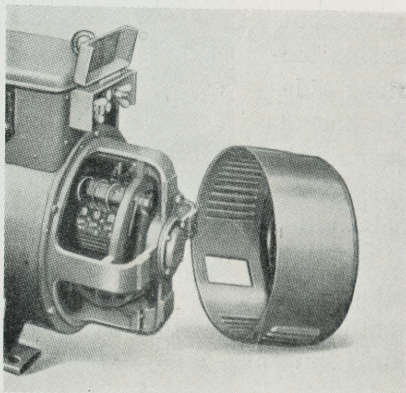
Joonis 3. E.L.K. — Tartu



Joonis 4.

Seda tuleb ära hoida. Selleks tuleb vahekiht korralikult välja kaapida.

Kui masina võimsus väheneb ja ta ei anna esialgset voolugevust või pinget, siis on see tingitud enamasti mitesobivate söeharjade tarvitamisest. Söehari, mis sobib hästi mootorile, võib osutada keevitusmasinale täiesti kõlmatuks. Ka liialt lühidaks kulunud söeharjad vähendavad masina võimet, kuna nende surve on teissugune.



Joonis 5.

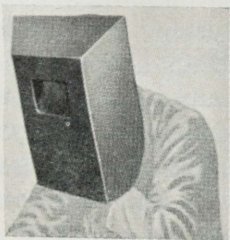
Kõik masinad on varustatud ventilaatoriga, mille abil nad imevad endasse jahutamiseks õhku. Seepärast tuleb hoolitseda, et masin ei seisaks tolmuks kohas, sest vastasel korral satub masinasse vahetpidamata peenikest liiva, mis teda pikapeale hävitab.

Ka lühidate tööseisakute puhul lülitakse masin välja. Iga puhkus tuleb talle kasuks. See vähendab soojenemist ja hoiab ära ülekuumuse voolukulu.

KEEVITUSVARUSTIS JA TÖÖRIISTAD.

Elekterkaar on väga hele ja tema kiired pimestavad kaitseta silmi. See pole küll eriti ohtlik, kuid siiski küllalt tülikas. Peale nende heledate kiirte esinevad voltakaares aga ka veel ultraviolettkiired, mis mõjuvad nahale samuti kui päikesekiired. Tabades kaitsematut silma kahjustavad nad silmakesta, kutsudes mõne tunni möödumisel esile valulist põletikku. See põletik paraneb küll juba 1–2 päeva jooksul ilma erilise ravita.

Nende ebaseeldivuste ärahoidmiseks tuleb kaitsta silmi kaare kiirte eest, ka nende eest, mis võiksid tabada silma küljelt. Keevitajad tarvitavad seepärast silmade kaitseks erilist kaitseklaasidga varustatud näokilpi (6) või keevituskiivrit (7 ja 8).



Joonis 6.



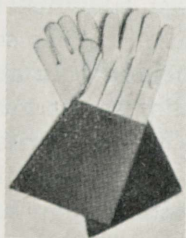
Joonis 7.



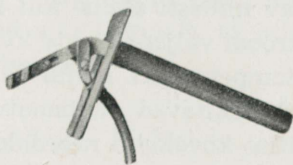
Joonis 8.

Et kaitsta kahjustuste eest keevitaja läheduses töötavaid isikuid, on soovitatav ümbritseda keevitaja töökoht kaitseseintega, mis peavad olema ümberpaigutatavad.

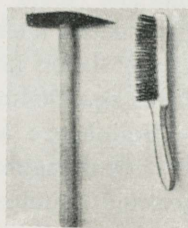
Keevitaja käte kaitseks vedela metalli pritsete eest tarvitatakse nahk- või asbestkindaid (9). Samuti on soovitatav tarvitada kaitsepõlli ja nahksaapaid.



Joonis 9.



Joonis 10.



Joonis 11.

Tuleb hoolitseda töökoja küllaldase ventilatsiooni eest. Eriti tuleb seda juhust pidada silmas tsiingitud ja tinavärvidega värvitud esemete keevitamisel. (Võivad tekkida tinaaurud!). Ka annavad kaetud elektroodid üldiselt rohkem gaase kui katmatud.

Elektroodi kinnihoidmiseks tarvitatakse elektroodihoidjat (10). See peab olema kindel, kerge ja võimaldama kiiret elektroodide vahetamist.

Väiksemaid tööesemeid kinnitatakse tavaliselt klemmide abil keevituslauale, mis on ühendatud ühe voolujuhtmega. Suuremate esemete kinnitamiseks tarvitatakse väga erinevaid ja mitmesuguseid abinõusid. Ka kinnitatakse neid tihtipeale keevitustäppide abil teineteisega või vastavatele alustele. Väikeste esemete hoidmiseks on tarvilikud sobivad lapikpihid. Õmbluskoha puhastamiseks enne keevitust või mitmekorraliste keevituste puhul enne teise ja järgnevate kordade pealekandmist, tarvitatakse kõva terasharja (11). Šlakk eemaldatakse sobiva vasara (meisli-, katlakivi- või toruvasara) (11) abil.

KEEVITUSELEKTROODID.

Elekterkaarkeevitusel tarvitatakse peamiselt kolme liiki elektroode, nimelt: 1) katmatuid, 2) kastetuid ja 3) kaetud elektroode.

Igäühel neist kolmest liigist on omad erinevused ja vastavalt neile oma kasutusala. Sellepärast ei ole ka õigustatud väide, et üks või teine elektrood on igal juhul hea või halb. Tähtis on valida vastava töö jaoks sobiv elektrood. Nii on katmatu elektrood keevitav ainult alalisvoolu abil ja on oma metallurgiliste ja mehaaniliste omaduste tõttu kasutatav ainult vähema tähtsusega keevitusteks, kuna kaetud elektrood omab kaugelt suurema tähtsuse. Esiteks seetõttu, et ta on keevitav niihästi alalis- kui ka vahelduvvoolu abil, teiseks aga kaetud elektroodi väljapaistvate kvaliteediomaduste tõttu.

Voltakaare kõrge temperatuuri mõjul laguneb teda ümbritsev õhk. Õhu lagumisained tekitavad kaitsmatu sulatisega keemilisi ühendeid, muutes keevitise kõvaks ja rabedaks. Teisiti on lugu kaetud elektroodiga keevitamisel, kus selle elektroodi šlakikate vedela metalli kinni katab, takistades lämmastiku ja hapniku ühinemist keevitiseiga.

Nende kahe elektroodiliigiga teostatud keevitiste metallurgilis-metallograafiline ja kvaliteedi uurimine näitab, et kasvavate nõudlustega koormuse suhtes mitmes tööstusharus on kohane ainult kvaliteet-elektrood. Võrreldes katmatu ja kaetud elektroodi õmblusi näh-

tub, et katmatu elektroodi õmblus on sõredateraline ning sisaldab šlakki ja gaasipoore, kuna kaetud elektroodi õmblus on peeneteraline ja ei sisalda šlakki ega õhumulle. Sellega tuleb seletada ka kaetud elektroodi õmbluse paremat venivust ja tækkesitkust, esijoones aga selle keevitise tunduvalt suuremat tugevust. Selline keevitusõmblus on suuteline vastu panema dünaamilisele koormusele. Edasise eelisenä katmatu elektroodiga võrreldes tuleks nimetada, et katte šlakk annab keevitusõmblusele sileda pealispinna ja toimib rihvõmbluste puhul tasandavalt.

Ülemineku katmatult elektroodilt kaetule moodustab kastetud elektrood. Selle elektroodi võrdlemisi vähene šlakikate teostab voltaakaare ionisatsiooni, nii et see elektroodiliik on vastandina haljale (katmatule) elektroodile keevitav vahelduvvoolu abil sama hästi kui alalisvooluga. Peale selle mõjuvad šlakiosad kristallisatsioonidudena, mistõttu kastetud elektroodi keevitusõmblus omab ühtlase struktuuri. Õhu ionisatsiooni mõjul elektroodi ja tööeseme vahele suunatud kastetud elektroodi voltakaar võimaldab võrd-selt head keevitavust kõikides asendites väheste pritsekaotustega.

LÜHIKE MATERJALIÕPETUS KEEVITAJALE.

Elekterkaare abil võib keevitada rauda, terast, malmi ja terve rida teisi metalle, nagu näiteks: vaske, pronksi, alumiiniumi jne. Kuna keevitajal tuleb eeskätt tegu just rauda sisaldavate metallidega, siis vaatame neid siin ligemalt, et selgitada nende metallide peamisi omadusi ja erinevusi.

Malm.

Valukojas toodetakse malmi valades toormalmi (esimene valu) vastavatesse liivavormidesse. Harilik malm ehk hallvalu (teine valu) moodustab enesest raua- ja grafiiditerakeste sõmera segu. See teraline struktuur on malmile iseloomustav ja seega tulebki seletada selle materjali rabedust ja vähest tõmbetugevust. Et parandada malmi voolavust ja tugevusomadusi lisandatakse sulatisele kuupol-ahjus teise valu kestel mitmesuguseid aineid, mistõttu malmi koos-

seis ja headus võib olla väga erinev. Isegi ühes valuesemes võib esineda kvaliteedi erinevusi.

Vormis jahtumisel kahaneb malm, mistõttu suurematel valuesemetel võivad tekkida sisemised pinged. Niisugune valu võib murduda igasuguse erilise välise koormuseta juba lihtsa tõuke tagajärjel. See nähe esineb kaunis tihti malmist rihmarataste juures.

Kuna keevitada tuleb eeskätt just vigased ja murdunud valuesemed, mis tihti juba algusest peale olid valesti arvutatud, siis on nende keevitamise kordaminek suurel määral õnneasi. Neid parandusi tuleb teostada suurima hoolega pidades silmas kõiki ettevaatusabinõusid. Mingit garantiid nende paranduste eest ei ole võimalik anda.

Raud ja teras.

Taotavat rauda, mis sisaldab vähem kui 1,7% süsinikku, nimetatakse üldiselt teraseks. Terast toodetakse erilistes pudelahjudes ehk konverterites. Turustatavad teraseliigid on saadaval väga mitmel kujul, näiteks karrana, profiil- ja vitsrauana jne. Kõik need teraseliigid erinevad üksteisest ka oma keemilise koosseisu ja struktuuri poolest.

Terase struktuur ei ole teraline nagu seda nägime malmi juures. Süsinik, mangaan ja siliitsium moodustavad siin rauaga homogeense terviku, peene ja ühtlase struktuuriga. See asjaolu lubab keevitada tavapäraseid teraseliike täielise kindlusega ühtlaste ja korralike tulemuste saavutamise suhtes.

Erinev süsinikusisaldavus avaldab määravat mõju terase mehaanilistele omadustele. Peale selle lisandatakse terasele teatavate omaduste saavutamiseks veel teisi metalle nagu kroomi, niklit, vaske, molübdeeni, volframi jms. Nende lisanduste hulk mõjustab väga tunduvalt materjali omadusi.

Karda ja profiilrauda valmistatakse valtsimise teel. Pudelahjudes või konverterites toodetud terast valtsitakse erilistes valtsimise tööstustes. See valtsimine annab terasele külmalt venitatud materjali omadused.

Eriti nimetada tuleksid siin veel järgmised teraseliigid.

Bessemer-teras on poolkõva teras vähese fosforisisaldavusega. Teda toodetakse Bessemer-pirnise samanimelisel menetlusel. Tarvitamist leiab see teraseliik peamiselt rööbasteks ja esemeteks, mis ei nõua suuremat mehaanilist töötlust.

Thomas-teras on teras, millega keevitajal tuleb kõige rohkem kokkupuutumist. Teda toodetakse konverterites ja tarvitatakse karrana ja profiilrauana raudkonstruktsioonides ja katelsepatöödel.

Siemens-Martin-teras on eelnimetatud teraseliikidest kõrgema headusega. Tarvitatakse peamiselt katlakarrana ja masinaehituses osadeks, mis enne lõplikku valmimist nõuavad korduvat töötlust külmal kujul ja kuumutatult.

Tiigelteras ja elekterteras on kõrgeväärtuslikud teraseliigid, mida kasutatakse peamiselt tööriistade valmistamiseks.

Eriti levima hakkavad viimasel ajal elekterterased teiste metallide, nagu kroomi, nikli jne., lisandusega ja näib, et nad varsti tõrjuvad turult välja tiigelterased.

Terasvalu.

Terasvalu leiab tänapäeva tehnikas laiaulatuslikku kasutust, seetõttu tuleb kaunis tihti tegemist selle materjali keevitamisega. Vastavalt kasutusotstarbele on terasvalu koosseis ja mehaanilised omadused väga mitmekesised. Peamiselt muutub süsiniku-, mangaani- ja siliitsiumisisaldavus ning ühes sellega tugevus ja venivus.

Terasvalu on üldiselt kergemini keevitav kui malm, kuid tema struktuur on tihtipeale, samuti kui nägime seda malmil, ebahühtlane ja võib sisaldada isegi vormist pudenenud liiva. Seetõttu tulevad murrukohad keevituseks väga hoolsalt ette valmistada. Ka sisemised pinged on terasvalul tihtipeale väga tunded, sest ta kahaneb kiiremini kui malm. (Kahandtegur: malmil 1,04%, terasvalul 2,00%.)

Tuleb püüda kohandada võimalust mööda elektroodi koosseisu töömaterjali koosseisule. Üldiselt on terase keevitamine seda raskem, mida kõrgem on tema süsinikusisaldavus.

ELEKTERKEEVITUSE SEISUKOHALT TÄHTSAD METALLIDE OMADUSED.

Tugevus.

Tugevuse all mõistetakse materjali vastupanuvõimet tõmbekoormusele. Tugevust mõõdetakse „tõmbetugevuse“ ehk „murdekoormusega“ kilogrammides läbilõike mm^2 kohta (kg/mm^2). Hea keevitise tugevus peab olema võrdne tööeseme tugevusele.

Vasardatavus.

Vasardatavateks nimetatakse metalle, mis on kujundatavad külmal kujul vasardamise teel. Valatud raud näiteks on kaunis hästi vasardatav. Sellise materjali keevitisel peab olema sama omadus, sest tihtipeale tuleb teda õkvamiseks (rihtimiseks), tiheduse suurendamiseks jne. vasardada külmal kujul.

Materjali töötlemine külmal kujul kutsub esile struktuurimuutusi suurendades tema sitkust ja vähendades tema venivust. Keevitus mõjub niisugusele metallile samuti kui noolutus (tagasilaskmine), s. t. raud normaliseerub.

Taotavus.

Metallide keevitamiseks, mis on kuumalt taotavad, tuleb tarvitada ka elektroode, millede tugevus kuumutamisel on püsiv. Ainult väheste elektroodide keevitis säilitab kõrgete temperatuuride juures oma tugevuse. Paljud metallid muutuvad hõõgutamisel rabedaks.

Konstruksioonidel on keevitise kasutamine, mis ei kannata hõõgutamist, ohtlik (näiteks tulekahju puhul jne.) ja sellest tuleb võimalust mööda hoiduda. Ka ei võimalda selline keevitis tööeseme kuumutamist deformatsioonide kõrvaldamiseks, õkvamiseks jne. Kõikidel töödel, mis nõuavad töötlemist kõrge temperatuuri juures, tuleb tarvitada elektroode, millede keevitis on taotav.

Venivus ja kujundatavus.

Kujundatavateks nimetatakse metalle, mis on kergesti deformeeritavad. Metallide venivus on keevitusele väga tähtis, sest ta lubab sellel jahtumisel kahaneda, ilma et seeläbi väheneks tema tugevus.

Venivust ehk kujundatavust mõõdetakse „rebendpikenemisega“, s. o. %% väljendatud pikenemine, mida näitab suureneva tõmbetungiga koormatud ese murdesilmapilgul. Hea keevitis peab omama head rebendpikenemist (vähemalt 10—15%).

Terase ja raua keevitamisel võib keevitis kahaneda ilma et tööesemes tekiks sisemised pinged, sest need materjalid muutuvad kuumutamisel pehmeks ja on siis hästi töödeldavad. Malmil ja terasevalul puudub see omadus ja nende keevitamiseks tuleb seepärast tarvitada elektroode, mis annavad hästi kujundatavat keevitist.

Elastsus.

Elastsuse all mõistetakse metalli võimet deformeeruda möödamineva tungi mõjul ajutiselt, ilma et see deformatsioon jätaks enest mingit jälge.

Elastsust mõõdetakse elastsusmooduli abil: $E = \frac{1}{a}$. Seejuures tähendab a kogemusarvu, mida nimetatakse elastsusteguriks ja mis kujutab 1 cm pikkuse ja 1 cm² läbilõikega lati pikenemist 1 kg koormise mõjul. Hea keevitis peab omama sama elastsuse kui töömaterjal.

Elastsuse piiri mõõdetakse kg/mm² kohta ja tema all mõistetakse seda koormist, mille ületamisel deformatsioon jääb püsima.

Kõvus.

Kõvaks nimetatakse niisugust metalli, mis on raskesti deformeeritav teise keha mõjul. Kõvust mõõdetakse Brinelli kõvusastmetega ja selle all mõistetakse seda muljumist, mida tekitab metallis teraskaal teatavalt täpsalt kindlaksmääratud tingimusil. See omadus on eriti tähtis esemetel, mis on eksponeeritud kulumisele.

Rabedus.

Rabeduse all mõistetakse metalli omadust murduda tõuke või löögi mõjul. Rabedust mõõdetakse „täkkesitkuse“ abil, s. o. ohtliku läbilõike 1 cm² kohta arvatud ja mkg väljendatud löögitöö abil, mil-

lel täkestatud proovilatt ühe ainsa viipevasara löögi mõjul veel puruneb. Arusaadavalt peab hea keevitis omama võimalikult kõrge tükkesitkuse.

Dünaamiline tugevus.

Materjali dünaamilise tugevuse määramiseks tarvitatakse nn. kestvus- või väsituskatseid. Väsimispiiri all mõistetakse maksimaalset koormust kg/mm^2 kohta, mida materjal kannatab, veel mitmemiljonilisel kordamisel, tekitamata murdeid.

Noolutus ja parendus.

Töoeseme noolutamise abil kõrvaldatakse mittesoovitavat metalli kõvenemist. Parendamine taotleb tükkesitkuse parandamist, kusjuures kõvuse aste ja elastsuse piir säiluvad. Metallide noolutamist ja parendamist teostatakse nende kuumutamise ja sellele järgneva aeglase jahutamise teel. Noolutamise abil võib parendada ka niisuguseid metalle, mis on töödeldud (vasardatud või valtsitud) liig madala temperatuuri juures ja seetõttu kaotanud oma venivuse.

KEEVITUSÕMBLUSTE PÕHILIIGID.

Kõik keevitusõmbused jagunevad ühendus- ja pealekandeõmblusteks. Pealekandeõmblusteks nimetatakse keevitusõmblust, mis on metallipinnale peale kantud, kuna ühendusõmbluste all tuleb mõista neid, mis on kantud kahe metalleseme või -osa vahele nende ühendamiseks.












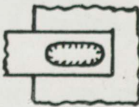
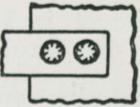
Edasi jaotatakse keevitusühendeid eestkätt õmbuse kuju järgi:

tõmpõmblusteks,
rihvõmblusteks ja
piluõmblusteks.

Õmbuse asetuse järgi koormise suhtes eraldatakse
otsõmblust ja
kõlgõmblust

ja töoeseme asendi järgi keevitamise kestel
horisontaalõmblust,
vertikaalõmblust ja
kõrgõmblust (ehk üle pea õmblust).

Tömpkeevituseks nimetatakse sellist keevitusühendit, kus keevitatavad karrad asuvad ligikaudu ühel tasapinnal ja ühendatakse

Veere- õmblus	1. 			
Tömp- õmblus	2. I-õmblus 	3. V-õmblus 	4. X-õmblus 	
Rihv- õmblus	5. ühekülgne otsühend 	6. ühekülgne katteühend 	7. kahekülgne katteühend 	8. lapp- ühend 
	9. ühekülgne T-ühend 	10. kahekülgne T-ühend 	11. välis- välis- ja sise- nurkühend 	
Pilu- õmblus	13. ovaalmulk 		14. ümmarmulk 	

Tabel I.

keevitusõmbluse abil nende löikepindadel. Vastavalt nende löikepindade ettevalmistusele eraldatakse peamiselt I-, V-, X- ja U-õmblusi (vt. tab. I).

I-õmblus.

(Vt. tab. I)

Kõige lihtsam keevitusühend on see, kus karraservad ühendatakse igasuguse eeltötluseta elekterkaarkeevituse abil. Eelduseks on seejuures kardade hea kokkusobivus ja vähene materjalipaksus. Metallelektroodi kasutamisel tuleb jätta servade vahele karrapakusele vastav vaheruum elektroodilt sulava materjali vahele kandmiseks.

V-õmblus.

(Vt. tab. I)

Kardade ühendamiseks paksusega üle 5 mm tarvitatakse materjali- ja ajasäästu otstarbel V-kujulist karraserva ettevalmistust. Sellel töötlusviisil längutatakse karraservad 60—90°-se nurga all. Laitmatu keevituse saavutamiseks tuleb jätta kardade vahele väike vahe, et võimaldada elektroodile vaba juurdepääsu õmbluse põhja.

X-õmblus.

(Vt. tab. I)

X-õmblus võimaldab veel suuremat materjalisäästu kui seda nägime V-õmbluse juures. Tavaline on ümmarguselt 70°-ne längutusnurk. Sama karrapakuse ja sama nurgalängatuse juures on X-õmbluse ristlõige poole võrra väiksem V-õmbluse omast. Vastandina sellele eelisele nõuab see keevitusviis aga kaugemaleulatuvat materjali ettevalmistust ja keevitamist kahest küljest, mis on samuti tülikas.

U-õmblus.

Väga suure karrapakuse juures võib keevitusõmbluse ristlõiget vähendada seeläbi, et õmblus tehakse kardade vastava ettevalmistamise teel U-kujuliseks. Õmbluse põhjas jäetakse seejuures alles vaid niipalju karramaterjalist, et keevitise läbivalgumine oleks takistatud.

Rihvõmblused.

(Vt. tab. I)

Otsühend.

Otsühendusel keevitatakse kaks karda kokku täites keevitusmaterjaliga nende vahel ebahütlase otsapikkuse tõttu tekkinud süvarihva.

Kateühend.

Asetades kaks karda teineteisele, moodustab ühe karra kitsas serv teise karra laia pinnaga süvarihva. Neid võib tugevasti ühendada keevitades karrad kokku ühel rihvaküljel (ühekülgne rihvõmblus) või mõlemal rihvakohal (kahekülgne rihvõmblus). Vastavalt keevitusõmbluste asetusele eraldatakse ots- ja külgõmblusi.

Lappühend.

Lappühendusel keevitatakse ühendatavatele kardadele peale ühenduslappe sarnaselt kui kateühendil. Olenevalt sellest, kas kasutatakse ühte või kahte lappi, räägitakse ühe- või kahekülgses lappühendist.

T-ühend.

T-ühend leiab kasutust kahe karra ühendamiseks 90°-se nurga all. Selle ühendi lihtsaim kuju on näidatud tab. I. Teda võib varustada ühe- või kahekülgse rihvõmblusega. T-ühendi eeliseks on minimaalne eeltöö. Längutus nõuab tülikamat eeltöölust, ilma et see läbi paraneksid ühenduse tugevusomadused. Asetades T-ühendid samale tasapinnale ühe karra mõlemale küljele, saavutatakse ristühend.

Nurkühend.

Nurkühendi ülesandeks on kahe karra ühendamine teineteisega nurgaks. Selle ühendi lihtsamat kuju näitab tab. I.

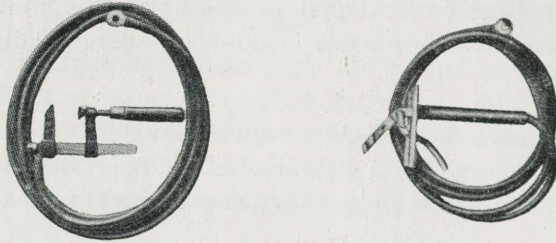
Karrad on seejuures keevitatud kokku 90° nurga all. Nurkühend sarnaneb tömpõmblusega. See kardade ühendusviis nõuab täpset seadetööd töökojas. Tema paindetugevus on vähene. Suurendada võib seda asetades õmblust ka nurga siseküljele. Sel korral sarnaneb ühendi ristlõige X-õmblusega.

KEEVITUSTEHNIKA.

TÖÖSEME ETTEVALMISTAMINE.

Töoeset tuleb keevituseks hoolsalt ette valmistada. Keevituskohsti tuleb puhastada mustusest, roostest, õlist, värvist jne. Must tööese raskendab voolu läbipääsu ja vähendab kaare headust. Peale selle annab mustus põlemisel šlakki, mis vähendab õmbluse tugevust. Harilikult jätkub keevituskohtade puhastamisest traatharja abil (11).

Edasise ettevalmistuse tarvidus oleneb tööese paksusest, keevitusviisist ja õmbluse kujust. Ühendite puhul tuleb hoolsa ette-



Joonis 12.

valmistuse teel kindlustada õmbluse korralikku läbikeevitust õmbluse põhjani.

Väikeste seinapaksuste puhul jätkub tihti juba ühendusservade eemaldamisest teineteisest mõne millimeetri võrra (vt. tab. II); suuremad seinapaksused nõuavad erilist karraservade ettevalmistamist, längutamist jms. põletuslõike või hõõveldusmasina abil või mõnel muul viisil. Autogeenlõike abil ettevalmistatud karraservi tuleb veel ainult puhastada. Keevitusühendi tugevust see ettevalmistusviis ei vähenda.

KEEVITUSETTEVALMISTUSED JA ELEKTERKAARE SÜÜTAMINE.

Enne tööle asumist tuleb hoolsalt kontrollida, kas keevitusseade on täiesti käitamisvalmis. Samuti tuleb veenduda, et voolujuhtmed, kaablid (12), ühendused, klemmid ja eletroodihoidja oleksid tarvi-

tamiskõlblikud. Edasi peavad olema korras tarvilikud kaitseabinõud nagu näokilp, nahkkindad jne. Kõik töö kestel tarvisminevad tööriistad ja küllaldane hulk elektroode tulevad asetada keevitaja käeulatusse.

Kui kõik need nõudmised on täidetud, võib asuda tööle.

Kaare süütamiseks lähendatakse elektroodiots kohale, kust katsetatakse keevitust alata ja riivatakse sellega kergelt tööeseme pinda. Eemaldades elektroodiotsa siis puutekohalt mõne millimeetri võrra, tekib voltakaar, mida tuleb hoida hoolsalt alal. Elektrood sulab kiiresti lühemaks, seetõttu tuleb teda kogu aeg lähendada tööesemele. Tuleb harjuda hoidma kaart katkestamatult ca 3 mm pikkusena. Mida lühem kaar, seda parem õmblus. Samuti tuleb harjuda eraldama sulavat metalli šlakist. Hõõguv šlakk on sulavast metallist heledam.

KEEVITUSÕMBLUSE TEGEMINE.

Kõige enam tuleb keevitajal tegemist pikkade ja ca 10 mm laiuste keevitusõmblustega. Selliste õmbluste tegemisel tuleb juhtida elektroodiotsa näidatud joone (13) kujuliselt. Liigutuse kiirus peab olema ca 1 sekund ühe otsa kohta. Ühtlase keevituse hea- ja tugevuse saavutamiseks tuleb töötada väga ühtlaselt.

Kaare katkestamiseks tõmmatakse elektroodiots ära, juhtides teda, kaart kergesti riivates, küljele. Sel teel lastakse tal lõppeda karral ja mitte keevitises. Katkestades seevastu kaart elektroodi püstloodis ülestõstmise teel, tekiks keevitises väike auk (keevituskraater), kuna kaar seejuures pikeneb ja keevitis oksüdeerub. Kaare tahtmatu katkemise korral töö kestel, tuleb alustada keevitamist uuesti ca 1 cm pikkuselt juba tehtud õmblusel.

„Kraater“ on suur ohtude allikas. Tihtipeale on ta ülekuumutatud ja pooriline. Siinkohal on tavaliselt õmbluse kõige nõrgem koht. Niisugust kraatrit saab sulgeda sel teel, et lastakse õmblust alguses veidi jahtuda, täidetakse ta siis veidi, jahutatakse uuesti ja



Joonis 13.

täidetakse siis lõplikult. Kraatri vältimiseks õmbluse lõpul võib paksemate kardade puhul asetada väike karratükike tõkkena õmbluse alla, nii et ta ulatub veidi ette, ja keevitatakse edasi allapandud karral veel 10—20 mm.

Keevitusel sadestuv šlakk, kui see peaks silmapilguks paakuma ja töö juures segama, heidetakse elektroodiotsa järsu liigutuse abil



Joonis 14.

kõrvale katkestamata seejuures kaart, milline šlaki otsegu puhub eemale.

Iseenesest ei ole šlaki tekkimine kahjulik. See võib tulla keevitisele ainult kasuks. Niipea aga kui üks keevituskord on kantud peale, tuleb šlakk kõrvaldada viimse jätteni. Šlaki ja põlemisjätete kõrvaldamise kergendamiseks peab õmblus olema sile. Vähesese harjumuse ja hea tahtega on võimalik kujundada iga õmbluse pealispinda siledalt, nii et ta oleks puhas armidest ja täketest.

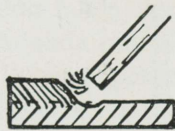
Elektroodi pritsimist ei ole võimalik vältida. Kui pritsmed — põlenud tilgakased — satuvad keevitusse, vähendavad nad selle kvaliteeti. Seepärast tuleb neid keevituskaare abil kõrvale puhuda ja lasta neil sadestuda keevitisel, kus nad ei tekita kahju, mitte aga keevitises (14). On endastmõistetav, et pritsmed nõrgestavad õmblust. Selle vältimiseks tuleb liikuda elektroodiga tagaspidi, mitte edaspidi. Õmblus peab olema kaetud pruuni roostetolmuga, siis on ta sellest sees puhas. Kui tolm asub ainult vasemal ja paremal õmblusest, siis on tolm ka sisse sulanud ja see on suur viga.

Magneetiline puhumistoime puhub keevituskaart ikka sissepoole vooluringi. Seda nähet tuleb ärakasutada. Sellega sunnitakse keevituskaart põlema nii, et ta pääseks mõjule just seal, kus teda vajatakse: alla korrale, sinna, kus peab kujunema keevitusmold ja ikka uuesti tekkivale vedelale sulatisele. See jääb siis küllalt kaua vedelaks, et tarduda gaasi- ja mullivabalt (15). Kui keevituskaar see-

vastu puhub vastassuunas, väljapoole (16), siis surutakse ta keevituskohalt, tema õigelt mõjupaigalt kõrvale ja ta katkeb. Keevituse kiirus on suurem ja töö edeneb kergemini, kui lastakse keevituskaart



Joonis 15.



Joonis 16.

õieti puhuda. Seepärast tuleb asetada „maa“ alati nii, et puhumistoime pääseks õieti mõjule.

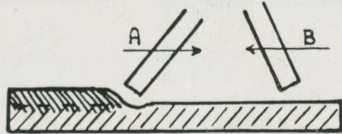
Niipea kui puhumistoime teeb keevituskaart rahutuks, surub teda kõrvale, tuleb katkestada keevitamine ja ühendada „maa“ senisele ühenduskohale vastupidises paigas või hoida elektroodi vastupidises suunas, tähendab selle (17) asemel parem nii (18). Mõnikord on abi ka sellest, kui alustatakse õmblust uuesti teisest otsast (19);



Joonis 17.



Joonis 18.

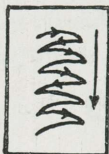


Joonis 19.

(A) elektroodi senine suund; (B) uus suund. Rahutult leegitsev keevituskaar ei tungi kunagi rihvõmbluse põhja. Ta põrkab kõrvale ja annab väga halva õmbluse. Mitte vool, mitte elektrood, vaid ainult keevitaja on süüdi sarnasel korral.

Raua ülekuumutamise on kahjulik. Keevituskaare kõrge temperatuuri vastu ei ole midagi teha. Seda ei ole võimalik vältida, kuid on ülearune sulatada ja üle kuumutada õmblust kaks korda. See on aga paratamatu, kui elektroodi juhitakse ja viibutatakse valesti. Viibutades elektroodi nii (20) kuumutatakse keevitist 2 korda, sest keevituskaar liigub vedelal keevitel edasi ja tagasi. Seda viga välditakse sel teel, et jäetakse poolkaared avatuks valmis õmbluse suunas (21). Nii hoitakse ära õmbluse ülearust kuumenemist, kuna keevituskaar püsib kogu põlemisaja kestel karral.

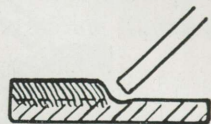
Samuti on vale lasta vedelal keevitisel voolata ette (22). Ka sel korral on tulemuseks põlenud raud. Peale selle ei saavutata sissepõlemist, sest ettevoolav sulatis „kaitseb“ karda selle eest.



Joonis 20.

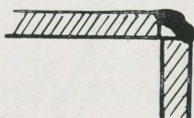


Joonis 21.

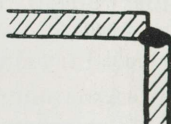


Joonis 22.

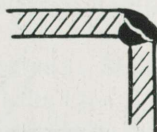
Nurga keevitamisel sulavad esileulatuvad servad väga kergesti, isegi niivõrd kergesti, et see asjaolu muudab küsitavaks hea keevituse teostamise (23–26). Selle vältimiseks tuleb eriti siin tungida õmbluse põhja ja haarata seda tema terves pikkuses.



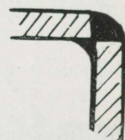
Joonis 23.



Joonis 24.



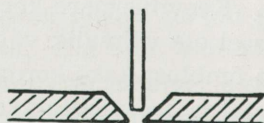
Joonis 25.



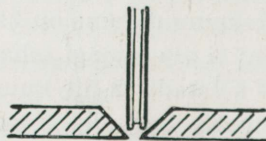
Joonis 26.

Ei tee viga, kui kantakse peale kaks korda ühe asemel. Kui sellise õmbluse koormus ei ole just eriti väike, siis tuleks alati teha veel üks kerge, peen õmblus pöörde küljele.

Selle teise õmbluse esimest korda on soovitatav teha peenema elektroodi abil, vähendamata seejuures voolutugevust. Need õmb-



Joonis 27.



Joonis 28.

lused peavad tingimata kokku puutuma, sööbima teineteisesse (26) ja see iseenesest liialdatud voolutugevus kindlustab sissepõlemise läbitungimist teise küljeni. Kõige soodsam on seejuures haarata elekt-

rood keskpaigast, sest punaseks ta ei tohi minna mingil juhul. Kuukaks läinud elektrood ei anna kunagi korralikku keevitist.

Keevituse esimese korra tegemisel tuleb vältida iga viipeliigutust, iga üles-alla minekut. Elektrood tuleb hoida vertikaalselt kardade vastu ja liikuda otsejoones, nagu joonlauda pidi (27 ja 28). Kaetud elektroodi tarvitamisel toetatakse selle kest peaaegu või täiesti mõlema karra längus servadele. Keevituskaare energia koondub sel teel teravalt kokku ja tungib nagu puur õmbluse sügavamatesse kohtadesse. Seejuures on soovitatav tarvitada suuremat voolutugevust.

Teise korra tegemisel viibutatakse elektroodi veidi ühelt kallakult teisele kinnitades õmblust sel teel hästi vasemal ja paremal. Eriti tähtis on siin, et elektroodi viibutus oleks hästi aeglane ja ühtlane. Õmbluse kuju peab olema keskel sügavam, kallakutel kõrgem. Selle saavutamiseks ei tohi aga lahutada keevituskaart sulatistest, juhtides teda kallakuid pidi üles. Juhtides kaart õieti ja tihedalt kardadel antakse õmblusele soovitud kuju.



Joonis 29.

Paksematel õmblustel tuleb pöörata erilist tähelepanu korralikule sissepõlemisele põhjas. Katmatu elektroodi tarvitamisel on kasulik esimese keevituskorra tegemisel veidi viibutada, kuid mitte risti õmblust, vaid edasi-tagasi piki õmblust. Paksult kaetud elektroodi tarvitamisel tuleb elektroodi kallutada toetades katet osaliselt, või täiesti, tööesemele, nii et ta tekitab tõkke šlaki laialivalgumise vastu. Elektroodi hoitakse seejuures tööesemel peaaegu täiesti paralleelselt õmblusele ja tõstetakse püsti ainult sissepõlemise sügavuse reguleerimiseks (29). Niisuguse elektroodi hoiu juures tunneb keevitaja, et keevituskaar tõukab elektroodi ise edasi, nii et keevitajale jääb vaid selle liigutuse reguleerimine. Sel teel saavutatakse sügav sissepõlemine. Need mõlemad asjaolud on eriti tähtsad põhikihi tegemisel.

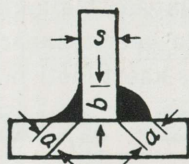
KEEVITUSÕMBLUSTE ARVUTAMINE.

Õmbluse kõrguse all mõistetakse distantsi õmbluse põhjast — pealispinnani. On olemas terve rida eeskirju, milles on täpselt määratud need väärtused, mis tulevad kohaldamisele õmbluse kõrguse arvutamisel. Nii mõistetakse „Eeskirjad keevitatud terasehitiste kohta DIN 4100“ kohaselt õmbluskõrguse all:

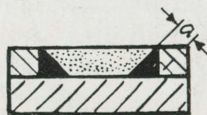
1) rihvõmblustel (30) — sissejoonestatud võrdhaarse kolmnurga kõrgust olenemata sellest, kas keevitusõmblus on pealispinnal sile, kumer või süvendatud.

2) piluõmblustel (31) — piluservadesse pandud rihvõmblusesse joonestatud võrdhaarse kolmnurga kõrgust.

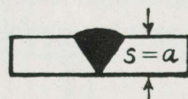
3) tömpõmblustel (32) — ühendatavate kardade paksust, eri-



Joonis 30.



Joonis 31.



Joonis 32.

sugustel paksustel — väiksemat. „Germanischer Lloyd“i määruste kohaselt tuleb paksemat karda, samuti nagu needimiselgi, längutada õhema karra paksuseni.

Vigade vältimiseks tuleks, erieeskirjade puudumisel, pidada õmbluse kõrguse suhtes alati kinni eelpool antud normidest.

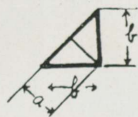


Joonis 33.

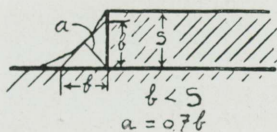
Õmbluse kuju peaks alati olema määratud töökojavisandil. Üldiselt on V- ja X-õmbluste suhtes maksev järgmine juhised: tugevdus peab olema nähtav, kuid mitte silmatorkav. Kumerus, mis kerkib selgesti esile, on kahjulik ja ei suurenda tugevust, sest ta suurendab pinget ja sunnib õmblust seetõttu rebenema „a“ kohal (33). Igasugused teravad, järsud üleminekud, nurgad ja täkked on kahjulikud.

Eelseisvast selgub, et ka rihvõmblustel on kõige soodsam selline õmb-lus, mis oma kujult läheneb kõige rohkem sissekeevitatud võrdhaar-sele kolmnurgale, sest liialt õõnsalt keevitatud õmb-lusel on puute-pinnad töösemega asjatult suured, kuna kumerat õmb-lust ei või võtta täiel määral arvutuse aluseks.

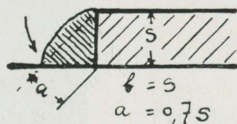
Määrav on arvutamisel ikka õmb-lusesse joonestatud võrdhaarse kolmnurga kõrgus „a“, mis moodustab, nagu teame geometriast, 0,7 haara pikkusest „b“ (34 ja 35). Antud juhul on haara pikkus „b“ väiksem karrapaksusest „s“. Niisugust õmb-lust on võimalik teostada ainult siis, kui on kirjutatud ette nn. süvariivõmb-lus või kerge rihv-



Joonis 34.



Joonis 35.



Joonis 36.

õmb-lus. Teistel kordadel on see õmb-lus aga liialt nõrk. Kõige sood-samad on olud õmb-lusel, mis on teostatud joon. 36. kohaselt, kus „b“ on võrdne „s“-ga.

VOOLUTUGEVUS JA ELEKTROODI LÄBIMÕÖT.

Harilikult annavad elektroodide müüjad andmeid voolutugevuste kohta, millega tuleb keevitada üksikuid elektroodiliike. Üldiselt püü-takse keevitusaja lühendamiseks keevitada paksude elektroodide ja kõrge voolutugevusega. Teisest küljest tuleb aga hoolitseda, et elektrood ei hakkaks hõõguma liig kõrge voolutugevuse tagajärjel.

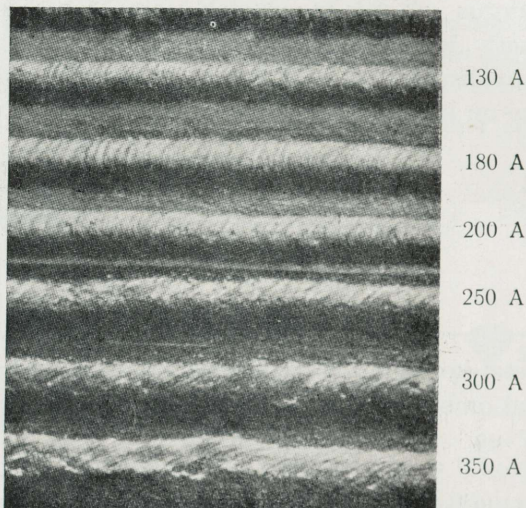
Liialt kõrge voolutugevus annab liialt sügava sissepõlemise ja puuduliku keebimise.

Liialt madala voolutugevuse korral on sissepõlemine vähene ja keebimine on samuti puudulik.

Kuid mitte üksinda sissepõlemine, vaid ka keevitusõmb-luse kvaliteet ja ärasulatatud õmb-lusematerjali tugevus olenevad õigest voolutugevusest. Mitmedsajad koormuskatsed on näidanud, et kah-julik hapniku ja lämmastikuga ühinemine on kõige väiksem 160—180 A juures. Alati ei ole aga võimalik töötada selle voolutugevusega.

Õhemad karrad nõuavad selle määra vähendamist, paksemad — kõrgendamist. Ka aeglane film tõendab, et tilga üleminek on kõige soodsam 4 mm elektroodi ja 180 ampri juures (37 ja 38).

Sellest nähtub, et on tungivalt tarvis pöörata suurimat tähelepanu voolutugevuse reguleerimisele. Sealjuures peavad elektroodi

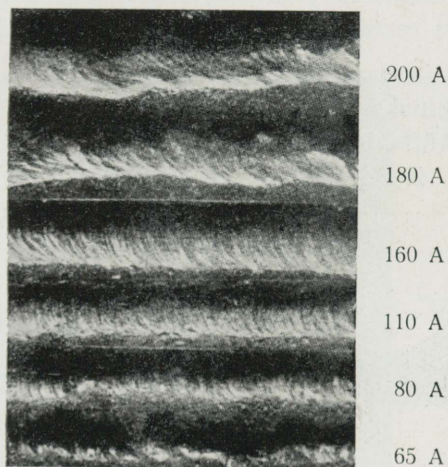


Joonis 37.

läbimõõt ja voolutugevus vastama karra paksusele ja õmbluse kujule. Üldiselt vajavad rihvõmblused rohkem soojust, seega ka rohkem voolu kui tömpõmblused.

Polaarsus on väga tähtis. Selles küsimuses puuduvad üldised juhised. Tuleb pidada kinni nendest eeskirjadest, mis antud elektroodi tootja poolt. Arvamus, et vabrikant „ei tea ise midagi keevitamisest“, on liialt rumal, et rääkida sellest. Asjatult ei korraldata kulukaid katseid ja nende tulemusi tuleb kasutada. On küll võimalik, et vananenud või jällegi täiesti uus masin keevitab seni tarvitatud elektroodiga veidi teisiti, kuid niisugusel korral tuleb ohverdada 1—2 tundi katsetele ja selgitada, kas on õigem tarvitada senist või eeskirjades määratud polaarsust.

See on maksev ka voolutugevuse kohta. Tuleb talitada esijoones vabrikandi andmete kohaselt. Pikkade juhtmete tarvitamisel või keevitamisel väljas (tuul!) võib lisada 10—20 A. Üldiselt tuleks



Joonis 38.

pidada silmas: parem veidi kõrgem voolutugevus kui madalam, parem kaks õhukest õmblust kui üks paks.

Kaabel tuleb võtta nii lühike, kui vähegi võimalik. Kui ollakse hea keevitaja, siis tuntakse seda keevituskaare tööst, kas töötatakse — muidugi samaselt ära sätitud masina ja sama tööhulga korral — 5 või 15 m kaabliga. Kui kaabel koosneb üksikutest jätkudest, siis tuleb hoolitseda, et jätkud ja lülitused oleksid tihedad. Lõtv kaabliühend tekitab rikkeid ja vähendab võimsust. Kaabel kuumeneb lõdval ühenduskohal samuti kui elektroodihoidja, kui see ei ole lülitud tihedalt käsikaabli külge.

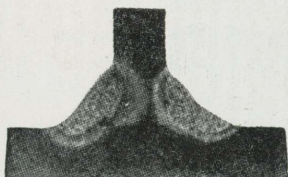
Tuleb tähele panna, et elektrood istuks tihedalt elektroodihoidjas. Voolu läbimineku mõjul elektroodist ja keevituskaare põlemise tõttu ta kuumeneb rohkem kui see on soovitatav ja on ülearune, et ta kuumeneks veelgi rohkem lõdva kinnituse mõjul.

Halvasti kättesaadavate õmbluste puhul, kus puhumistoime

mõjub segavalt, tuleks asendada tihe maaühend lahtise, vasktraadist konksuga, millist liigutatakse edasi ühes keevituse edenemisega. Sel teel läheb korda kõrvaldada puhumistoimet.

SISSEPÕLEMINE.

Hea keevitise saavutamiseks tuleb hoolitseda, et sulav elektroodi- materjal hästi ühineks sulava tööeseme materjaliga. Keevitis peab põlema sisse küllaldase sügavuseni (39, 40, 41).



Joonis 39.

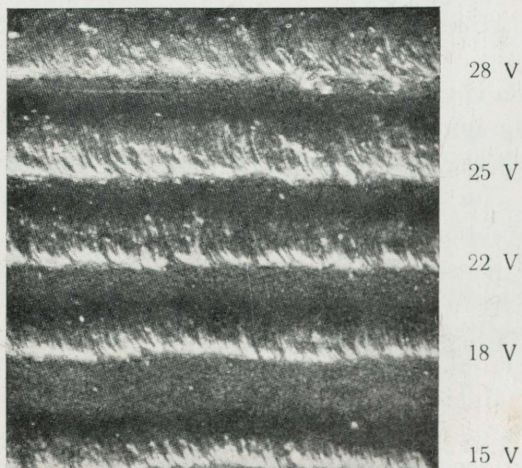


Joonis 40.



Joonis 41.

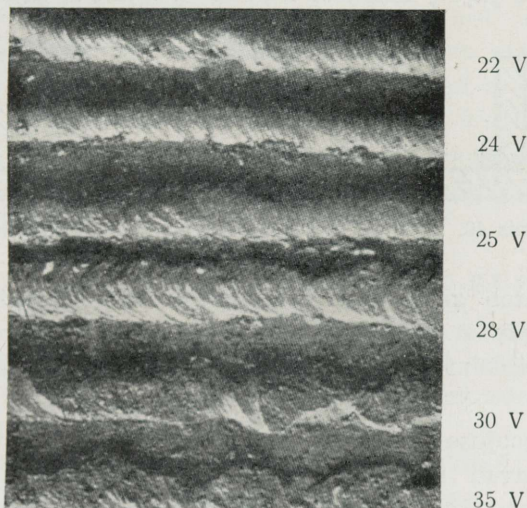
Sulatis, mis on kantud metallile küllaldase sissepõlemiseta, on „peale soperdatud“ või „kleebitud“, mitte keevitatud.



Joonis 42.

Sissepõlemine oleneb peamiselt tarvitatavast elektroodist, voolutugevuse suuruselt, elekterkaare pikkusest ja elektroodi kaldest tööeseme vastu.

Ka kaarepinge mõjutab sissepõlemist. See suureneb ühes pinge suurenemisega, s. t. kaare pikkuse suurenemisega (42 ja 43).



Joonis 43.

Suurt tähelepanu nõuab täkete tekkimine keevitamisel. Nende saatuslikku mõju keevitusõmbluste juures tuntakse veel liialt vähe.



Joonis 44.



Joonis 45.



Joonis 46.



Joonis 47.

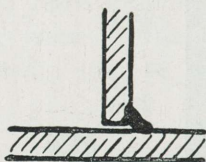


Joonis 48.

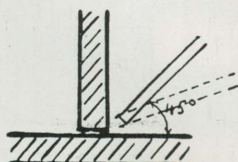
Mis on täkked? — Need tekivad liialt sügava sissepõlemise tagajärjel piki õmblust (44—48) ja vigase ning puuduliku läbikeevituse tulemusena. Üks raskemaid keevituse vigu on soon piki keevitus-

õmblust või selle kõrval! Seepärast ei tohi kunagi unustada sulgeda õmbluse põhja, kas esimese keevituskorra hoolsa teostamise teel, või veel parem, lisaõmbluse abil pöörde küljel.

Teine sagedane õmbluse viga näeb välja nii (49). Hea õmbluse sissepõlemine peab olema ühtlane. Siin puudub see ühtlus aga just õmbluse põhjas ja ka alumisel karral. Põhikard, käesoleval juhul



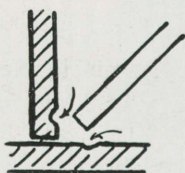
Joonis 49.



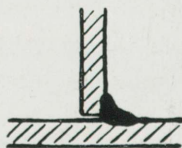
Joonis 50.

alumine, tarvitab kaks korda nii palju soojust kui sellele asetatud tugikard. Seepärast ei tule keevituskaart hoida ühtlaselt mõlemale karrale, vaid rohkem selle karra suunas, mis vajab suuremat soojusehulka (50).

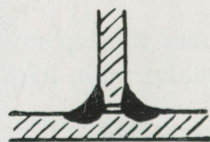
See õige soojuse jaotus nõuab suurt vilumust ja isegi vilunud keevitajad leiavad mõnikord ootamatuid ebahütlusi sissepõlemise jaotuses, kui nad kord uurivad oma keevitisi selle asjaolu suhtes.



Joonis 51.



Joonis 52.



Joonis 53.

Paksemate kardade keevitamisel keevituskaar ei tungi põhja ja see ei keebi korralikult. Säärasel karral tuleb valida väiksema läbilõikega elektrood, näiteks 4 mm \varnothing asemel umbes 3 mm \varnothing . Kuna need paksemad karrad ei kuumene nii järsult nagu õhukesed, siis ei õnnestu nende juures sissepõlemine põhjas täieliselt ka korraliku keevituskaare puhul. Paksult kaetud elektroodide puhul sadestub õmblus suure šlakihulga tõttu sootult teisiti. Järelikult peab ka

nende hoid olema teissugune. Neid tuleb ära proovida. Enamasti hoitakse neid nagu joonisel 50, kuid lähemal alumisele karrale.

Teine kaunis tihti esinev viga, mis jääb kergesti tähele pane mata, on näidatud joonisel 51. Õmblus näib väliselt päris korralik, kuid keevituskaar on tekitanud „silla“. Ta on hüpanud ühelt karraseinalt teisele, kuna voolu tee karrani on lühem kui põhjani (52). Niisugune õmblus on kõlbmatu. Ei jätku sellest, et sissepõlemine mõlemasse karrasse on hea. Sissepõlemine peab ulatuma tingimata põhjani. Puuduval põhja keebimisel on sama mõju nagu soonel. Mõnel pool suurendatakse selle sissepõlemise kindlustamiseks kardade distantsi (53). Niisugune talitusviis on täiesti lubamatu. Õmblus peab nägema välja nagu joonisel 30 ja ei tohi sisaldada keskel kunstlikku mulku.

KAAREPIKKUS JA ÕMBLUSE KUJU.

Üldiselt on maksev juhised, et kaarepikkus võrdugu ligikaudselt elektrootpaksusele. Keevituskaar peab olema tingimata lühike ja terav. Kui ta on liialt pikk, siis hakkab ta leegitsema ja pöörlema. Niisugune keevituskaar puhub karrale kergelt, tasase kohinaga nagu nõrk jooteleek. Selles seisundis ta ei suuda tekitada karral tarvilist sulatist. Ta peab aga tingimata sööbima karrasse.

Korralikku keevitust on võimalik saavutada ainult siis, kui ärasulav elektrootitlik leiab ees külaldaselt sügava sulatise. Kui keevituskaar ei ole sisse põlenud ja peale sulatanud, siis ärasulanud elektrootimaterjal jääb lahtiseks või kleepub parimal juhul vaid pinnapealselt. Niisuguse keevitise lahutamiseks karrast jätkub juba kergest löögist, kuna õieti teostatud keevitis peab meislile hästi vastu.

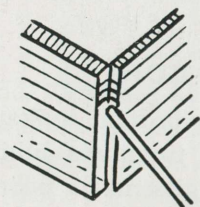
Peale selle on pika kaare puhul vedela metallilga tee elektrootidiotsalt karrale pikem, mistõttu vedel elektrootimaterjal võtab endasse rohkem hapnikku (O) ja lämmastikku (N), mis vähendavad keevitise väärtust, muutes teda „põlenuks“. Niisugune „põlenud“ õmblus on habras ja kõva nagu malm, mureneb meisli all ja ei ole taotav, kuna hea õmblus koosneb tõelisest rauast ja peaaegu ei erine omas struktuuris ja omadustelt tööeseme karrast. Seetõttu on kasulik kergendada ja lühendada tilga teed niipalju kui võimalik. Töö edeneb siis kiiremini ja paremini, sulav elektrooti-

materjal läheb üle karrale ja ei pritsu laiali. Vigu ei tule otsida alati elektroodi juures — sagedamini tuleb neid otsida keevitaja enese oskamatuses.

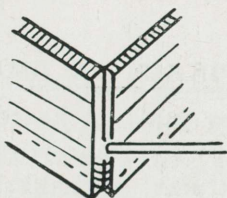
PÜST- EHK VERTIKAALKEEVITUS,

Püstkeevituse teostamine on kergem kui see esialgu näib. Selleks tuleb kohaneda tööga ja elektroodiga.

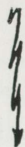
Kui tuleb teha ainult õhukest nurkõmblust, mis peab ainult sulgema või tihendama, siis võib see toimuda katmata, õhukeselt või paksult kaetud elektroodi abil liikudes sellega ülevalt alla. Elektroodi kallutatakse seejuures ülespoole (54). Kui vajatakse tuge-



Joonis 54.



Joonis 55.



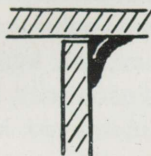
Joonis 56.

vamat õmblust, siis liigutakse alt üles ja hoitakse elektroodi täpselt horisontaalselt õmbluse vastu (55).

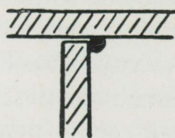
Mõned paksemalt kaetud elektroodid on hästi keevitatavad, kui liigutatakse neid õmbluse suunas üles ja alla, s. t. edasi ja tagasi (56). Liikumine ülespoole peab olema kiirem kui allapoole, ta peab olema teataval määral puhanguline. Terve õmbluse tegemine toimub seega järguliselt: kiiresti üles, aeglaselt tagasi, kiiresti üles, aeglaselt tagasi jne.

Teised elektroodid nõuavad teisi töövõtteid. Ka nendega keevitatakse ülevalt alla. Nendega tuleb töötada nii, et elektrood on kallutatud veidi allapoole. Keevituskaar puhub järelikult alla, ta puhub šlakki enda ees. See tilgub alla või jääb rippuma väikestes tilkades vahenditult keevituskoha alla, kus ta ei sega. Kui sadestub rohkem šlakki, siis tõugatakse ta keevituskaarega või elektroodiotsaga järsult maha. Õmbluse kuju tuleb ideaalne, s. t. ümmarik, kergelt õõnes ja sulab karraga ühte, nii nagu see peab olema. Kuid

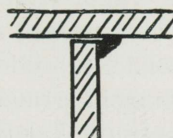
tuleb veidi harjutada, et lasta kaarel põhjas sisse põleda, sest on tähtis saavutada just seal keebimist. Seepärast teostatakse esimest korda õhukeselt, teist (ja järgnevat) viibutades ühelt karralt teisele, nii paksult nagu tarvis. Kui seejuures tekivad täkked, siis on see ainult sellest, et väikesed vaheajad pöördekojal on liialt lühidat



Joonis 57.



Joonis 58.

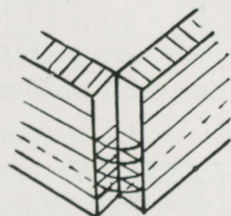


Joonis 59.

ja keevituskaar põleb seal seetõttu ainult sisse, sadestamata seejuures metalli.

Ka teise ja kolmanda korra puhul suundub elektrood jälle ülevalt alla. Et keevituskaar püsib nende kordade suurema laiuse tõttu pikemat aega ühel kohal ja mitte nii kiiresti edasi ei liigu (õmbluse suunas) nagu esimesel õmblusel, siis voolab šlakk ise maha ja ei sega. Sel teel teostatud õmblused näevad välja nagu joon. 57.

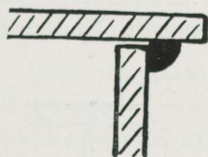
Kui esimese õmbluse keevitamine teeb alguses raskusi, siis võib ennast aidata sellega, et tehakse ta erakorraliselt alt üles, kuid sel korral päris õhukeselt, sest kui ta näeb välja nagu joon. 58, joon. 59 asemel, siis on raske teha teist õmblust vastavalt joon. 57.



Joonis 60.



Joonis 61.



Joonis 62.

Heal põhjakeebimisel tuleb alati eelistada ülevalt alla teostatud õmblusi.

Tugevaid õmblusi „chitatakse üles“. Siis ei ole see juba enam püstkeevitus. Keevitatakse kolmnurke (60). Ka siin on väga hea

„tõugata“ õmbluseharjas veidi ülespoole ette, nagu see näidatud õhukeste õmbluste keevitamisel alt üles. See liigutus kindlustab head põhjakeevitamist. Kolmnurk näeb siis välja nagu joon. 61. Nagu sõna seda iseloomustab, „tõugatakse“ ette, järsult, kiiresti hüppab elektroodiots üles, et pöörduda kohe jälle tagasi.

Sel teel valmistatud õmbluste kuju on tunduvalt kumer (62) ka siis, kui tarvitatakse nõuetekohaselt väheseid voolutugevusi. See pärast on nendel juhtudel, kus vajatakse õmblust, mis kannaks hästi tekkivaid pingeid (rauakonstruktsioonid, masinaehitus), kasulikum tarvitada paksult kaetud elektroode, mis võimaldavad keevitamist ülevalt alla, nagu eelpool kirjeldatud.

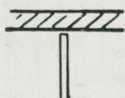
ÜLEPEA KEEVITAMINE EHK KÕRGKEEVITUS.

Keevitamine alt üles, mida nimetatakse ka ülepea- ehk kõrgkeevituseks, asetab keevitajale suuri nõudeid. Head keevitust saavutab sel keevitusviisil ainult osav ja vilunud tööline. Eelduseks on kindel käsi ja hoolas töö.

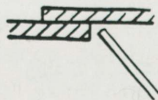
Kaitseks vedela metalli- ja šlakipritsete vastu peab keevitaja olema varustatud vastava peakatte ja riietusega.

Kõrgkeevitust tuleb raskete töötingimuste pärast võimalust mööda vältida. Pea alati leidub võimalus asetada tööeset nii, et kõrgkeevitus osutub mittetarvilikuks. Siiski peab hea keevitaja olema suuteline tegema tööesemele (näiteks paigalseisva katla puhul) tihe õmblus igas asendis.

Ülepeakeevitamine on kaunis raske, kui teostada teda joon. 63 kohaselt. Enamasti tuleb aga tegemist rihvõmbluse või V-õmbluse



Joonis 63.



Joonis 64.



Joonis 65.

keevitamisega (64 ja 65). Neid õmblusi tuleks teostada heade, kaetud elektroodidega. Mida raskemini on töö teostatav, seda parem peab olema tööriist. Esimest korda võib siin teostada täpsalt nii,

nagu praegu kirjeldatud esimese korra kohta paksudel õmblustel: elektrood, või täpsemini, selle kate, surutakse põhja. Sel teel otse surutakse metalli sinna, kus teda vajatakse — õmbluse põhja — ja kaotus mahatilkumise tagajärjel on väga väike.

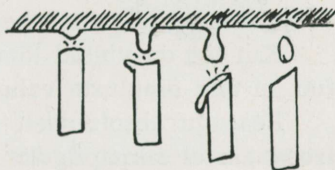
Edasiste kihtide puhul ei ole selline elektroodi „sissepuurimine“ enam võimalik. Nüüd tuleb hoida elektrood vertikaalselt lühidase kaarega ja muuta keevituskaare pikkust väikeste, lühidate tõmmetega. Sellega aetakse šlakk külgedele ja kergendatakse töötamist. Viibutused külgedele oleksid kahjulikud, kuna need muudaksid õmblust liialt vedelaks ja soodustaksid mahatilkumist. Samal põhjusel võetakse ka väiksem voolutugevus ja väiksema läbimõõduga elektrood.

Katmatute või õhukeselt kaetud elektroodide puhul on keevitus-toiming, tilga üleminek, veidi teissugune.

Lakkamatu ja nähtamatu „voolamise“ asemel üleulatavalt kestalt karrale asub nähe, kus võimaldub selgesti jälgida õmblust moodustavate üksikute, suuremate tilkade sadestumist (66). Kui keevitamisel paksult kaetud elektroodidega tarvitseb ainult hoida elektroodiots tihedalt karra lähedal, siis tuleb sadestamist siin teos-



Joonis 66.



Joonis 67.

tada seeläbi, et „surutakse“ sulav tilk karra vastu. Distant (õhutee, kaarepikkus) hoitakse seejuures nii lühike, et tilk puudutab karda ja „kleepub“ sellel, enne kui ta on paisunud sedavõrd suureks, et ta maha kukub (67). Elektroodiotsa tuleb järelikult liigutada, et kergendada seda üleminekut.

Selleks, et keevitusmold karral ei laieneks sedavõrd, et vedel metall tilguks alla, ei tohi teha õmblus liialt lai. Alalisvoolu puhul on hõõgutatud elektroodid ülepea-keevitusteks sobivamad, kuna neil läheb sekundi kestel rohkem väikseid tilgakesi üle kui hõõgutamata

elektroodidel. Teisteks keevitustöödeks on hõõgutamata elektroodid paremad. Paksult kaetud elektroodide juures ei etenda see küsimus (hõõgutatud või hõõgutamata) tähtsat osa.

PEALEKANNEKEEVITUS.

Seda liiki keevituste puhul alatakse sellega, et kantakse karrale kaks paralleelset keevitusõmblust ca 8 mm ääredistantsiga. Siis täidetakse vahe kolmanda korruga, nii et pealispind oleks võimalikult sile (68). Seejuures ei tohi keevituskordade vahele tekkida väikesi renne (69). Kui keevitusel esineb see viga, siis on hilisem



Joonis 68.



Joonis 69.

töötlus tunduvalt aegaviitvam ja kulukam. Ka tähendaks see materjali raiskamist.

Keskmine õmblus on mõlemast varemini tehtud õmblusest tunduvalt laiem. See asjaolu on tingitud sellest, et ta katab neid õmblusi osaliselt. Seepäast tuleb hoolitseda, et varemtehtud õmblused oleksid enne kolmanda keevituskorra tegemist hästi puhastatud.

Kui töö on viidud lõpule, šlakk eemaldatud ja kõik hästi harjatud, ei tohi õmbluste vahele jääda vähimatki tühikut.

Peaaegu absoluutselt sile pind saavutatakse, kui peatada elektrood äärtel silmapilguks ja juhtida sellega šlakk väikese, ühtlase liigutuse abil keevitaja enda suunas.

Võlli pealekannekeevitus.

Ümmarrauda tuleb katta mitme keevitusmetalli kihiga. Selle ülesande täitmiseks tuleb õmblusi asetada paralleelselt teljele, joon. 70 näidatud järjekorras, pidades seejuures silmas, et säiluks tööseseme ühtlane paksus.

Edasiste kordade pealekandmisel tuleb hoiduda tegemast liialt laiul õmblusi, kuna need tööseseme ümmaruse tõttu võiksid lihtsalt „kleepuda“ üksteise külge ilma küllaldase sissepõlemiseta. Ka võiks tööese liig laiade õmbluste tõttu kaotada oma ümmarguse kuju.

Juhul, kui distants kahe õmbluse vahel on liialt suur, et täita teda ühe keevituskorraga, tuleb selle vähendamiseks teha ühe õmbluse servale kitsas täiendusõmblus.

MALMI JA TERASVALU KEEVITAMINE.

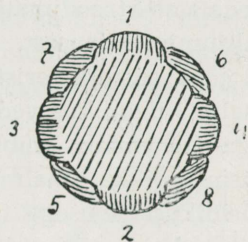
Malmkeevitus leiab tarvitust peamiselt vigastatud, murtud või vigaselt valatud valuesemete kordaseadmisel. Enamasti on suurimadki sellised defektid elekterkaarkeevituse abil kõrvaldatavad ja isegi üksikute murdosade puudumisel. Kaarkeevitus leiab sellel alal juba laialdast kasutust, eeskätt tema abil saavutatava suure kulude säästu tõttu.

Malmikeevitust teostatakse kas „külm-“ või „kuumkeevitusena“. Nende kahe menetluse vahe seisab selles, et tööset külmekeevitusel ei kuumutata, vastandina kuumkeevitusele, kus teda enne keevitamist aeglaselt kuumutatakse, sellel kujul keevitatakse ja siis aeglaselt jahutatakse. Külmekeevituse teostamine on seepärast lihtsam, kiirem ja nõuab vähem kulusid kui kuumkeevitus. Ta on teostatav igas asendis ja enamasti ei nõua suurte tööesemete puhul kulukat transporti. Nendel asjaoludel kasutatakse võimalust mööda alati lihtsamat külmekeevitust. Ainult neil kordadel, kus tööese ja keevitis peavad hilisema töötamise tõttu olema tingimata ühesugused või kus tööese on hiljem allutatud kuumutusele (näiteks aurusilindrid jne.), tuleb valida kuumkeevitus.

Edasine põhimõtteline vahe seisab selles, et külmekeevitust teostatakse teraselektroodide abil, kuna kuumkeevitusel leiavad kasutust malmelektroodid, s. t. sama töömaterjal nagu tööeseme materjal.

Malmi külmekeevitus.

Erilisi kogemusi nõuab malmi keevitus. Malmi koosseis erineb tunduvalt raua või terase omast ja ta ühineb halvasti elektroodidega, mis keevitaja tarvitab oma muudeks töödeks. Ka malmeseme pealis-



Joonis 70.

pind muutub keevituskaare mõjul vedelaks, samuti nagu karra pealispind. Kuid karra ja elektroodi koostis on väga sarnane ja nende ühendus laitmatu.

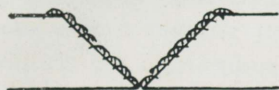
Malmi külmkeevituseks tarvitatakse seevastu, nagu varem nähtud, teraselektroode. Nii tulevad keevitamisel ühendada võimalikult täiuslikult kaks oma keemilises koosseisus erinevat metalli. Seepärast nõuab malmi külmkeevitus erilist tähelepanu ja selle juures erinevate nähete täpset tundmist. Hea keevitise saavutamiseks tuleb eelkõige tööset keevituskohal hästi sulatada. Seda vedelat metalli tuleb ühtlase, šlakist ja mullidest vaba keevitise saavutamiseks põhjalikult ühendada sulatatud elektroodimaterjaliga. Selleks segatakse keevitist keevitamise kestel hoolsalt elektroodiotsaga.

Malmi kuumutamisel elekterkaare abil lahustub temas grafiidina sisalduv süsinik sulatises. Selles osas, milles vedel malm ei segune vedela elektroodimaterjaliga, oleneb tema struktuurimuude peamiselt jahtumise kiirusest. Kuna jahtumine toimub harilikult kiirelt, siis ei jõua süsinik eristuda grafiidina, nii et jahtumisel tekib valge malm. Seal, kus vedel malm puutub kokku vedela elektroodimaterjaliga (tähendab õmbluse tekkekohal) ühineb vedel elektrooditeras süsinikurikka malmisulatise süsinikuga, mispärast tekib kõrge süsinikusisaldusega teras. Selle süsinikurikastumise aste keevitises väheneb eemaldumisega õmbluse ühenduskohast ikka enam, kuni viimaks jääb üle harilik keevitismaterjal.

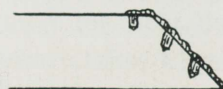
Keevitusõmblus kitsamas mõttes, mis seega koosneb valgest malmist ja kõrge söesisaldusega terasest, on kõvem muust tööeseme materjalist ja keevitise. Erikordadel on ta isegi nii kõva, et tema töötlemine tavaliste mehaaniliste abinõude varal osutub võimatuks. Ka on nende erinevate üleminekusulamite paisumistegurid mitmesugused. Nad kahanevad seega erinevalt ja selle tulemusena tekivad keevitises mõrad.

Malmi keevitamine tavaliste elektroodide asemel malmelektroodidega ei ole võimalik, kuna malmile sulatatud malmelektroodid annavad väga kõva ja halvasti-ühineva keevitise. Seepärast tuleb jääda neil kordadel, kus tahetakse malmi külmkeevitada, valatud rauast või pehmest terasest elektroodide juurde. Keevitise kõvus ei ole välditav, küll aga mõrad.

Külmkeevitust, nagu seda näha juba nimest, ei tohi lasta kunagi soojaks minna. Keevitatakse 2—3 cm ühest õmblusest ja peetakse siis vahet, kuni viimati keevitatud kiht on veel ainult käesoojune. Et hoida kuumutust väiksena, keevitatakse väikese keevituskaarega, s. t. tarvitatakse elektroode \varnothing -ga kuni 4 mm ja ei võeta ka liialt suurt voolutugevust. Peale selle tarvitatakse kaetud elektroode, mis



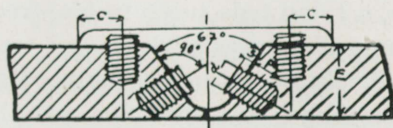
Joonis 71.



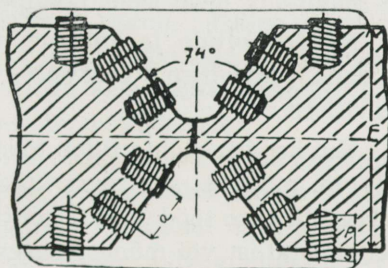
Joonis 72.

on eriti valmistatud malmi külmkeevituseks. Nende kate seob malmist kerkivat šlakki ja muudab selle kahjutuks.

Mõra või murde ettevalmistus valusesemes toimub täpselt samuti nagu kardade keevitamisel: mõra või murre tuleb niivõrd väljatöödelda (õonestada — längutada), et terve läbilõige alt ülesse oleks korralikult keevitav. Ei tohi jätta vähimatki keevitamatu kohta. Kõige pealt keevitatakse V-õmbluse ääri. Neid kaetakse teataval määral keevituskorraga (71). Arusaadavalt on see me-



Joonis 73.



Joonis 74.

netlus kohaldatav aga ainult paksematel valusesemetel. Kui keevitis ühineb väga halvasti malmiga (on olemas selliseid halvasti ühinevaid malmiliike), siis tuleb puurida väikseid auke, mis täidetakse keevitusega (72) ja mis mõjuvad siis ankrustusena või asetatakse sisse tihvtkruvid (73 ja 74). Alles siis, kui V-õmbluse küljed ja valuseseme pealispind, vahenditult V-õmbluse kõrval, on kaetud keevitusega ja kui ollakse veendunud selles, et igalpool on saavutatud korralik

mõradeta ühendus, täidetakse V-õmblus lõplikult. Seejuures ei tohi unustada, et keevitusõmbluse soojus ei tohi ületada käesoojust, vastasel korral ebaõnnestub keevitus kindlasti. Sellest vähese soojenemise põhimõttest võib kalduda kõrvale ainult sel korral, kui üks ühendatavatest valutükkidest on liikuv ja võib seeläbi järgneda tõmbumisele soojuspingete mõjul.

Väga suurtel keevitusläbilõigetel tuleb sisse keevitada ankrud, vastavalt joon. 75.



Joonis 75.

Et mitte nõrgestada tööset, tuleb polte asetada siksakjoones. Samuti tuleb eelistada vähest poltide arvu tihedale poldistusele. Kruvipoltide augud peavad olema keermestatud põhjani. Väga tähtis on saavutada head sidet poldipeade ja keevitise vahel.

Nende poltide ja ankrute sissekeevitamise eesmärgiks on suurendada keevitise pidavust ja tasakaalustada kahandipingeid keevitises.

Kui keevituskohta tuleb töödelda, s. t. kui teda tuleb treida, freesida või puurida, siis tuleb luua pehme üleminekupiirkond sel teel, et keevitatakse töödeldavat kohta raudelektroodi asemel elektroodiga monelmetallist või mõnest teisest vask-nikkel sulamist. See metallisulam ei tekita kokkusulamisel malmiga ei valget malmi ega ka kõva terast. Niisuguse malm-monel üleminekuõmbluse tugevus ei ole suur, seepärast ei ole soovitatav tarvitada monelektroode terve keevitusõmbluse jaoks, vaid ainult seal, kus see on tarviline järgneva tööluse tõttu. Peale selle on aga ka nende elektroodide hind kaunis kõrge, missugune asjaolu isegi sunnib piirama nende tarvitamist. Monelist keevituskorra kokkukeevitamine teraselektroodiga on alati teostatav.

Malmi kuumkeevitus.

Malmi kuumkeevitusel kuumutatakse tööese erilistes ahjudes või puusöetulel vähemalt 400—800° C. Pingete tekkimist ei ole sel teel keevitatud esemetel karta. Tööese peab olema sütega täiesti kaetud ja alles tarviliku temperatuuri saavutamisel vabastatakse koht, mille keevitamisele kohe asutakse. Keevitamisel tuleb šlakk ja vedel metall hästi läbi segada. Sellest oleneb õmbluse headus. Sama tähtis on eseme aeglane jahtumine. Seepärast tuleb keevitamise kestel vältida iga õhutõmbust. Jahutamist toimetatakse kõige paremini ahjus eneses, kattes tööeset hoolsasti puusüte või kuuma liivaga ja takistades õhu juurdepääsu.

Malmi kuumkeevitus võib toimuda ainult eseme horisontaalasendis. Hästi teostatud kuumkeevitus on takistamatult töödeldav, kuna õmblus omab siin sama struktuuri kui tööese. Kuumkeevituse tugevus läheneb harilikult tööeseme algugevusele. Kulud selle meetodi järele keevitamisel võivad olla üksikjuhul küllalt kõrged.

Terasvalu keevitus.

Vigastatud terasvaluesemed valmistatakse keevitamiseks ette umbes samuti kui malmi külmkeevituse puhul. Esijoones tuleb jälle teostada keevituskoha längutust, et võimaldada elektroodile vaba juurdepääsu. Ettevalmistatud esemed keevitatakse samal viisil kui teraskeevitusel tarvitades selleks teraselektroode.

Üldiselt on terasvalu keevitamisel saavutatud head tulemused. Keevitusühendus on väga ühtlane, sest niihästi tööese kui ka keevitis omab valustruktuuri. Tuleb püüda võimalust mööda kohandada keevitise koosseisu tööeseme koosseisule. Lihtsamateks keevitusteks võib tarvitada katmatuid elektroode ja ainult seal, kus on nõutav eriline tugevus, tarvitatakse erielektroode.

ALUMIINIUMI KEEVITAMINE.

Alumiiniumi keevitamisel tekitab raskusi kõigepealt selle materjali madal sulamistäpp, hea soojusejuhtivus ja kalduvus oksüdeerimisele. Kuna need alumiiniumi omadused keevitamist söekaarega sellel määral ei raskenda kui metallkaarega, siis tarvitati alumiiniumi

keevitamiseks seni peaaegu eranditult söekaart. Alles viimasel ajal on arendatud välja erielektroodid keevitamiseks metallkaare abil. Selleks tarvitatakse kaetud elektroode ja saavutatakse häid keevitus-tulemusi. Õmbluse servad kaetakse keevitamisel keevituspulbriga, mis lahustab metalli oksüüde ja seob neid šlakiks. Teostatavad on alumiiniumi keevitused ainult alalisvoolu abil.

VASE JA SELLE SULAMITE KEEVITAMINE.

Vase kaarkeevitamist raskendab eriti selle metalli kõrge soojuse-juhtivus (6 korda suurem kui raual) ja tugev kalduvus oksüdatsiooniks. Vaske keevitatakse peamiselt söekaare abil. Metallkaare abil ei olnud senini saavutatud tulemused rahuldavad. Alles viimasel ajal on leitud erilised menetlused vase keevitamiseks metall-elektroodidega.

Messingi (vase ja tsingi sulam) keevitamisel aurab suur osa sulamis sisalduvat tsinki, selle metalli madala auramistemperatuuri tõttu. Seeläbi tekivad õmbluses arvurikkad poorid, milliseid ei ole võimalik täiesti vältida. Keevitusi teostatakse nii söe- kui ka metallkaare ja erielektroodide abil ning ka arcatom-menetluse kasutamisel. Erielektroodid on tavaliselt varustatud paksu kattega, mis taotleb muu seas tsingi auramise vähendamist. Rahuldavate tulemuste saavutamine oleneb messingi koosseisust, ja nõuetest, mis tuleb asetada keevitise vastu. Tsingi auramise tõttu tuleb messingi keevitamisel tingimata hoolitseda korraliku ventilatsiooni eest.

Ka pronksi (vase ja tina sulam) võib keevitada nii söe- kui ka metallkaare abil. Eelistatakse üldiselt metallkaarkeevitust, kuna selleks turustatakse rida häid erielektroode. Need on tavaliselt pak-sult kaetud ja see kate vähendab muuseas tina auramist.

NIKKEL JA SELLE SULAMID.

Nikkel ja monelmetall (nikkel-vask sulam), mis leiavad oma kõrge vastupidavuse tõttu korrosioonile laialdast tarvitamist apa-raatide ehitamiseks, on hea eduga keevitatavad monelelektroodidega nii söe- kui ka metallkaare abil.

ELEKTERKAARLÕIGE.

Elekterlõikeks tarvitatakse vähemalt 200 A voolutugevust. Tugeva elekterkaare mõjul sulab materjal ja voolab ühes šlakiga ära. Tööeset tuleb seepärast seada nii, et ei oleks takistatud sulatise äravool.

Elekterlõige on metallsulatustoiming ja seetõttu ei ole võimalik teostada teda sellise millimeetripealse täpsusega nagu seda harjunud oleme nägema autogeenlõike juures. Täpsustöödeks ei ole elekterlõige kohane. Hästi sobib ta terastükkide längutamiseks tömpkeevituste puhul. Kohane on ta ka suurte konstruktsioonide lammutamiseks ja malmi lõikamiseks. Paksu materjali lõikamisel jahutatakse elektroodi aeg-ajalt, kastes teda vette.

KEEVITUSÜHENDITE UURIMINE JA PROOVIMINE.

Metallograafiline uurimine.

Keevitis lõigatakse joon. 39—41 näidatud kujul risti läbi. Lõikepinnad silutakse peenviili või smirgelpaberi abil. Siis niisutatakse puhta veega ja kantakse peale 10% väävel-salpeeterhappe lahu. Sissepõlemine, üksikud keevituskorrad ja keevituse struktuur muutuvad seeläbi nähtavateks. Võimalikud vead leitakse kergesti, uurides keevitist suurendusklaasi abil.

Ka keevitise väline kuju annab tähtsaid aluseid kvaliteedi hindamisel. Hea keevitis omab alati korraliku välimuse.

Tiheduse uurimine.

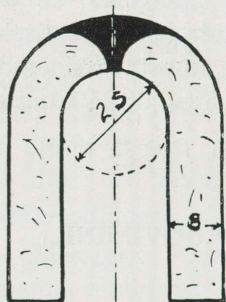
Keevitise tiheduse uurimiseks tarvitatakse edukalt bensiini või petrooleumi. Uuritavat kohta ümbritsetakse selleks kitivalliga ja valatakse keevitusõmblusele siis bensiini. Vähesest hüdrostaatilisest survest jätkub bensiini läbitungimiseks väiksematestki mõradest.

Lihtsa ja kindla ülevaate keevitusõmbluse tihedusest annab ka järgmine menetlus. Õmbluse üks külg kaetakse kriidiga, kuna teisele kantakse petrooleumi. Ebatihedatel kohtadel imbib petrooleum läbi, tumestades kriiti.

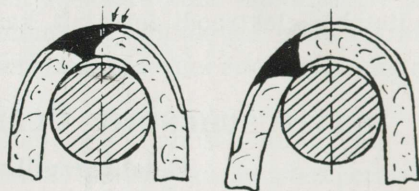
Paindeproov.

Kaks 5—6 mm paksu, 70—80 mm laia ja 200—250 mm pikka rauda keevitatakse otstest V-õmbluse abil tõmbilt kokku. Selleks lüüakse otsad ca 35° all nii, et tekib ca 70° kogunurk.

Peale keevitamise lõpetamist lihvitakse keevitise kumerus maha. Seejuures tuleb hoolsalt vältida keevitise kahjustamist. Siis ümmardatakse raua servad ja kinnitatakse rauaproov kruustangide vahele nii, et õmblus ulatub kruustangi mokkadest üle ca 10 mm võrra. Tarvitades kangiks pikka raudtoru painutatakse rauda U-



Joonis 76.



Joonis 77.

kujuliselt vähemalt 60° võrra. Keevitusõmbluse hari peab seejuures asuma painde siseküljel. Keevitis ei tohi painde tagajärjel mörastuda.

Joon. 76 näitab 180° õieti painutatud proovi skeemi. Paindeproovid joon. 77 järgi ei tõenda midagi, kuna nendel on painutatud tööese, aga mitte keevitis.

Taotavuseproov.

Kaks rauda keevitatakse kokku samuti kui paindeproovi puhul. Servade ümmardamisest ja keevitise lihvimisest loobutakse. Siis kuumutatakse rauda helepunase hõõgumiseni ja taotakse kokku nii, et keevitis asub täies ulatuses paindes. Proov ei tohi seejuures murduda ega mörastuda.

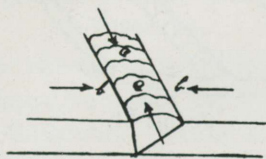
See katse annab hea ülevaate keevitise taotavuse kohta.

METALLI KAHANEMINE JA SELLE MÕJU.

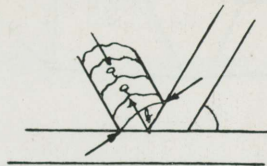
Keevitise ja vedela materjali kahanemise tagajärjel esinevad keevitamisel alati teatavad tõmbepinged, mis on suunatud peamiselt

risti ja piki keevitusõmblust. Joon. 78 ja 79 näitavad nende kahandpingete suuna tõmp- ja rihvõmblusel. Risti õmblust on need pinged seda suuremad, mida suurem on jahtuva vedela metalli hulk. Seejärel tuleb püüda anda õmblusele võimalikult väikest ristlõiget ja hoiduda ülearu sügava sissepõletamise eest, et mitte ülemääraselt sulatada tööeseme materjali.

Õmblust ümbritsev materjal soojeneb keevitamisel ja paisub. Kuna teda selles tõkestab ümbritsev külma materjali tsoon, siis tekib jämendus. Materjali jahtumisel esinevad siis kahanemised, mille



Joonis 78.



Joonis 79.

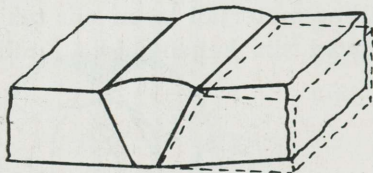
suurus oleneb metalli poolt ajaühiku kestel endasse võetud soojuse hulgast. Paksu elektroodiga kõrge voolutugevuse all teostatud keevitis on seejärgi ebasoodsam kui keevitis, mida teostatakse väikese elektroodiläbimõõduga, õhukestes kordades ja väiksema voolutugevusega.

Need jämendusest ja eriti keevitusmaterjali jahtumisest tingitud kahanemised võivad kutsuda esile deformatsioone ja, juhul kui neid ei ole küllaldaselt arvestatud, põhjustada tööeseme tõmbumisi ja viskumisi.

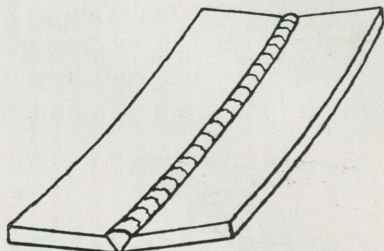
Tõmbumised ja viskumised.

Joon. 80 näitab kahanemise toimet V-keevitusele suure karrapaksuse, aga lühidase õmbluse puhul. Kuna kahanemine siinjuures toimib peamiselt risti õmblusele, siis kutsub ta esile karrapindade asetuse muutuse teineteise suhtes. Juhul aga, kui keevitatakse kokku kaks õhukest karda võrdlemisi pika õmbluse abil, siis ei avaldu kahanemine üksi risti, vaid ka piki õmblust (mõlk), nagu seda näeme joon. 81. Edasist näidet kahanemisest tingitud deformatsiooni kohta annab joon. 82. Siin on tegu ühekülgse rihvõmblusega. Joon. 83 näitab kahe karra „õmbluse sulgumist“ tõmpkeevitusel.

Antud näidetest ilmneb, et kahanemised mitmel juhul võivad avalduda väga erineval kujul. Vastavalt sellele tuleb kohaldada ka deformatsioonide vältimisele sihitud abinõusid. Lihtsatel konstruktsioonidel, nagu nägime joon. 80—82, võib keevitatavaid osi seada sellisesse vastastikusesse asendisse, et nad järgnenud kahanemisel



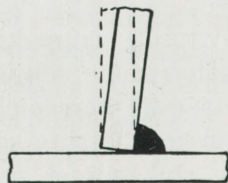
Joonis 80.



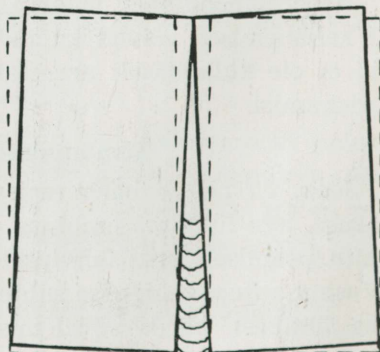
Joonis 81.

asetuvad õieti. Tegelikult on see lihtne meetod kohaldatav aga ainult üksikjuhtudel.

Teine võimalus seisab ühendatavate osade kinnitamisest vastastikuselt õiges asendis. Kui on tegemist tugevate konstruktsioonidega, mille seinapaksuse ja kogu konstruktsiooniga võrreldes õmbluste maht on väike, siis säilitab keevitatud tööese kinnituse vallandamisel oma kuju. Väikse seinapaksusega konstruktsioonidel aga tekib suhteliselt tugevate õmbluste puhul siiski kujumuude. Järeltöötamise (õgvendamise) vältimiseks tuleb sellise konstruktsiooni



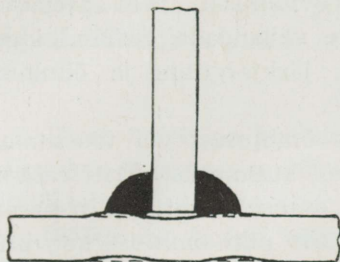
Joonis 82.



Joonis 83.

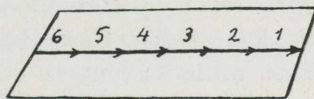
kinnitust arvestada nii, et tööese saavutab oma õige kuju alles vallandamisel. Kinnitamist teostatakse ka täppkeevituse abil.

Edasine võimalus deformatsioonide vältimiseks seisab kahane-
mise mõju tasakaalustamiseks üheaegse keevitamise teel kahes kohas.



Joonis 84.

Joon. 84 näitab niisugust keevi-
tust paksude kardade puhul. Elast-



Joonis 85.

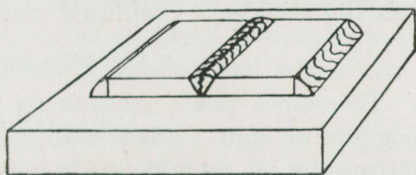
sema konstruktsiooni juures võiksid alumise karra otsad keevituse
kahanemise mõjul veidi üles painduda.

Mõlkumise vältimiseks või vähendamiseks on veel tarvitata-
v nn. „tigusamm“-menetlus. Joon. 85 näitab tööjärjestuse õiget vali-
kut kahe karra kokkukeevitamisel sel meetodil. Õmblust keevitatakse
järg-järgult joonisel näidatud skeemi järgi. Numbrid tähistavad
keevitusjärjekorda ja nooled keevitussuunda.

Kahandpinged ja -mõrad.

Kui takistada keevitatud eseme deformatsiooni tugeva kinnituse
abil, siis tekivad keevitusõmbluses ja töösesmes kahanemise mõjul
pinged, mille suurus oleneb õmbluse kujust, tarvitatud materjalist
ja keevitusviisist.

Ebasoodsatel oludel võivad
kahanemisel tekkivad pinged
kutsuda õmbluses või tööese-
mes, õmbluse läheduses, esile
mõrasid. Joon. 86 kujutab sel-
list juhtu. Kaks karda on kin-
nitatud otstest täiesti kindlale
alusele nii, et nende nihkumine



Joonis 86.

sellel osutub praktiliselt võimatuks. Kui nüüd tehakse nende
vahele keevitusõmblus, siis tekivad selles jahtumisel kindla kinnituse
tõttu äärmiselt tugevad kahandpinged, mis on suutelised keevitus-
õmbluses kutsuma esile mõrastumist. Teissuguse kinnistusviisi puhul

(näiteks klemmide abil) annaksid karrad jahtumisel esinevatele tõmbetungidele, vaatamata kinnitusele, osaliselt järele ja vähendaksid kohandpingeid seega tunduvalt. Keevitamisel tuleb seepärast vältida niisuguseid kindlaid kinnitusi ja vähendada kahandpinged vastavate abinõude (väike õmblusmaht, järkjärguline ja õhukese-korraline keevitamine) varal.

Ohtlikkude pingete kõrvaldamiseks õmblusest või tööesemest tarvitatakse mehaanilist järeltöötlust või kuumutust. Eriti raskeid keevitusi, millistel pingete vältimine on osaliselt tähtis, võib parandada soojendades tööset enne keevitamist piki õmblust keevitus-põleti abil.

Õmbluse mehaaniline järeltöötlus.

Õmbluses peale keevitamist säilunud kahandpingete vähendamiseks võib õmblusmaterjali venitada vasardamise teel kumera venitus-vasaraga. Harilikult keevitatakse ja vasardatakse nii, et iga kord, kui üks elektrood on ära keevitatud, vasardatakse ja alles siis jätkatakse keevitamist järgneva elektroodiga. Kaetud elektroodide puhul vasardatakse šlakil, milline põrub seejuures lahti. Õmbluse piki-suunas kõrvaldatakse või vähendatakse kahandpingeid seeläbi, et vasardatakse peale õmbluse ka teda ümbritsevat töömaterjali.

Vasardus annab materjalile peale struktuurimuutuse ka parema tükkesitkuse. Kohaldatav on see menetlus aga ainult kaetud elektroodidega keevitatud õmblustel, s. t. taotava ja venitatava keevitise puhul. Katmatu elektroodide õmblused on selleks töötamiseks tavaliselt liig rabedad. Õmblused mõrastuksid.

Kuumutamine.

Tööesemes peale jahutamise säilunud pinget võib kõrvaldada hõõgutamise abil. Edasi võib hõõgutuse abil parandada keevituse läbi muutunud metalli struktuuri, s. t. parandada keevitusõmbluse ehk ühenduse venivust ja tükkesitkust.

Esimest liiki hõõgutuse, ehk nn. „lõdvendushõõgutuse“ teostamiseks jätkub 400—600° temperatuurist. Väiksematel esemetel võib seda hõõgutust teostada juba autogeenpõleti abil.

Teine liik, ehk nn. „normaalhõõgutus“ nõuab kõrgemaid temperatuure, mis olenevalt karraliigist asuvad ca 700—900° C juures. Töö-

ese (eriti kui on tegu kõrgesti koormatavate kateldega vms.) viiakse vastava konstruktsiooniga hõõgahjus aeglaselt tarvilikule temperatuurile ja hoitakse sellel pikemat aega, olenevalt eseme suuruselt ja kujust. Siis jahutatakse ta jälle aeglaselt.

Õgvendamine.

Tööeset, mis on keevitamisel tõmbunud või kiskunud, õgvendatakse kas vasardamise või kuumutamise teel, kui materjal seda võimaldab.

Mõlkumise korral võib mõlke kõrvaldada seeläbi, et neid kuumutatakse autogeenpõleti abil kohal, kus mõlgistus on kõige suurem.

ELEKTERKAARKEEVITUSE KULUD.

Elekterkaarkeevituse kulud koostuvad üldisest viiest tegurist: 1. elektrodikulu, 2. keevitusaeg, 3. energiakulu, 4. palgad ja 5. üldised kulud.

Keevitusaeg jaotub: a) puhtaks keevitusajaks ja b) kadu- ja kõrvalajaks.

Üldiste kulude all mõistetakse investeeritud kapitali, amortisatsiooni ja seade pidamise kulusid.

Palkade ja üldiste kulude määramine oleneb tööstuslikkudest ja kohalikkudest oludest, mis on erisugused iga käitise kohta, nii et üldeeskirjad ei ole nende suhtes kohaldatavad. Seevastu võib elektroditarvituse, keevitusaaja ja voolukulu kohta seada üles teatavaid jõudlusnorme, mis moodustavad keskmiste väärtustena hea abinõu kulude arvestamisel. Seejuures tuleb silmas pidada, et keevitaja individuaalne võime neid väärtusi võib tunduvalt mõjustada.

1. Elektroditarvitus.

Elektroodide arv oleneb täidetavast ristlõikest ja kaost (põlemise-, pritse- ja jättekadu). Muidugi oleneb see ristlõige tunduvalt längutusnurgast. Süvarihvkeevituste kohta, mille nurk moodustab 90° , on aga kujunenud välja teadvalem:

$$K = 6,4 \cdot a^2 \quad (a \text{ millimeetrites}).$$

Seejuures tähendab K kaalu õmbluse meetri kohta ja a keevitatud kolmnurga kõrgust ühes 17 kuni 20% ületusega.

2. Keevitusaeag.

Peale kao- ja kõrvalaja, mida võib arvestada ca 20%-ga, sõltub 1 kg raua sulatamisaeg voolutugevusest ja liigist, elektroodi poolseühendusest (+ või — alalisvoolu juures ja vähesel määral elektroodi materjalist, mis mõjustab elektroodi sulamist ja elektroodi juhtivust.

3. Energiakulu.

See oleneb keevitusõmblusest ja tarvitatavast elektroodiliigist. Üldiselt on kohaldatavad ligikaudu järgmised väärtused:

Voolukulu keevituse kg kohta:

Trafo	Alalisvooluufa
2,6 kWh	4,5 kWh

Järgnevalt on antud mõningad arvud, mis on määratud töökojakatsetel. Arusaadavalt on need väärtused kohaldatavad ainult ligikaudselt, kuna nad üksikjuhul sõltuvad väga tunduvalt erisugustest oludest.

Kulude määramine.





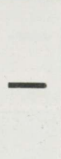
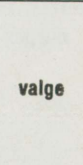


Aja-, energia- ja elektroodikulu määramine mitme paksusega kardade kaarkeevitusel: v. tabel II.

Et korralikkude keevitustulemuste saavutamiseks on tähtsad elektrooditootja andmed elektroodide kohta, siis annan järgnevalt ülevaattetabeli „Original Messer“ keevituselektroodide kohta.

V. tabelid III—VI.

Karrapaksus mm	Elektroodid		Keevitusvoolu tugevus amp.	Arvestamise aeg elektroodi kohta	Wh-kulu elektroodi kohta ca	Elektroodi, energia ja ajakulu keevitusõmbluse m kohta.																			
	Ø mm	Pikkus mm				3	4	5	6	8	10	12	15	20											
1,5 kuni 3	2	350	50-65	1,1	27	2,5	3,25	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	5	3	4	5			
3 "	5	450	100-140	1,6	68	3 1/4	4	5	4	6	4	6	4	6	4	6	4	6	4	6	4	6	4	6	
5 "	12	450	140-170	1,9	130	0,25	0,45	0,65	0,9	1,6	2,2	3,6	4,7	6,9	7	9	12	15	28	38	50	75	95		
12 "	15	450	170-200	2,1	208																				
15 "	20	450	200-240	2,3	258																				
üle 20	8	450	260-300	2,8	364																				
						Keevitus sm-tes, sulamise aeg ja vatt-kulu elektroodi kohta.																			
						Elektroodi Ø mm	2,5	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	6	
						Elektroodi pikkus mm	350	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450
						Sulamise aeg min	1,1	1,6	1,6	1,9	1,9	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,5	
						Vatt-kulu	30	70	130	130	208	208	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	260	
						Saavutatud maht sm ³	1,4	2,95	2,95	5,4	5,4	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	10,1	
						Ülatantud jõudlusnormid on mõeldud ligikaudsete sihtjoontena kalkulasioonidel.																			

1. „Original Messer“ õhukeselt kaetud (kastetud) elektroodid ühenduskeevitusteks.

	Tõmbe- tugevus kg/mm ²	Rebend- pikene- mine % 1 = 5 d	Painde- nurk °-des	Täkke- sitkus mkg/cm ²	Brinell- kõvus	Voolutugevus		Poolus (alalis- voolu)	Keevitamiseeskiri	Kasutusala	Otsavärv
						Ø	amp.				
Norma St34-St42	35—40	12—15	~100°	3,5-5,5	~100	2 3 4 5 6	40—60 70—100 120—160 160—190 190—220		Kaar võimalikult lühike. Kalle tööseme vastu ca 45°.	Hea elektrood raudkonstruktsioonidele, reservuaar- ja masinehituseks. Kohane horisontaal- ja vertikaalkeevituseks. õhuke šlakki.	
Testa St37-St52	35—45	12—15	~100°	3,5-5,5	~100	2 3 4 5 6	40—65 90—120 140—160 180—220 220—250		Kaar võimalikult lühike. Kalle tööseme vastu ca 45°. Kõrgkeevitusel kergelt ringlev liigutus.	Kohane elektrood kõrg- ja vertikaalkeevituseks. Ei anna šlakki. Kergesti voolav. Terasevalu.	
Welda St 37	35—40	12—15	~100°	3,5-5,5	~100	1,5 2 2,5 3 3,25 4 5	30—40 40—60 50—80 80—100 90—120 120—150 150—180		Kaar normaalne. Kalle tööseme vastu ca 45°.	Kergestivoolav universaal-elektrood. Kergesti süttiv. Elastne, stabiilne kaar. Keevitatav kõikides asendites. Keevitav konstruktsioonideks, reservuaari-, laeva- ja sõidukiehituseks, õhukese karra ja pealekannekeevituseks.	
Solda St37-St42	34—36	10—12	~80°	3—3,5	~100	2 2,5 3 3,25 4 5 6	50—60 65—80 80—100 110—130 140—160 180—200 210—230		Kaar võimalikult lühike. Kalle tööseme vastu ca 45°.	Kastetud elektrood kõikideks raud- ja terastöödeks. Kergesti keebiv, rahulik voolus, hästi nähtav sulatis. Vähene kuumusearendus. Erielektrood vertikaal- ja kõrgkeevituseks. (Raua kõrgehitised ja sillahitised.)	

Tabel III

2. „Original Messer“ **paksult** kaetud elektroodid ühenduskeevitusteks.

	Tõmbe- tugevus kg/mm ²	Rebend- pikene- mine % 1 = 5 d	Painde- nurk °-des	Täkke- situs mkg cm ²	Brinell- kõvus	Voolutugevused		Poolus (alalis- voolu)	Keevitamiseeskiri	Kasutusala	Otsavärv
						Ø	amp.				
Rapid St 37	37—45	18—23	180°	7—8,5	100/125	2 3 3,25 4 5 6	50—65 60—80 90—110 135—160 160—200 190—230		Kaar väga lühike. Poolkaarekujuline elektroodi juhtimine. Rihvõmblusi keevitada poolautomaatselt. Edasinihe põlemise tagajärjel. Kalle tööeseme vastu ca 45°.	Kiirestivoolav horisontaal-elektrood teras-, masin-, reservuaar- ja torustikuehitusteks. Poolautomaatselt keevitav. Elastsed õmblused kõrge tugevuse, paindumise ja tihedusega. Kergesti eemaldatav šlakk.	
Tensa St 37- St 52	40—60	25—30	180°	9—11	125/150	2,5-4 3 3,25 4	70—90 100—120 130—150 160—190		Kaar väga lühike. Kaar väga lühike. Kvaliteedi elektrood söidukite, masinaja reservuaariehitusteks ja raudkonstruktsioonideks. Puh- tad õmblused. Kergesti eemaldatav šlakk. Kõrged mehaanilised kvaliteediomadused. Kujundatav külmalta ja kuumalt.		
Kapta St 37-St 52	40—65	26—28	180°	8—10	110-145	2 2,5 3 3,25 4 5	50—70 70—90 100—120 130—150 160—190 200—220		Horisontaal nagu Rapid. Rihvõmblused mitte poolautomaatselt. Kalle tööeseme vastu ca 45°. Vertikaal: Lühike kaar, alt üles, alla kallutatud elektrood. Ülepea: nagu horisontaal. Ohukesed mitmekorralised õmblused.	Kõrgevõime universaal-elektrood horisontaal-, vertikaalja kõrgkeevitusteks silla-, laeva-, vaguni- ja autoehitusteks. Kõrge tihedus. Püsiv viipe- tugevus 95—100%. Hästi taotav. Eriti kohane igasuguste ehitisterastele.	
Forta St 50.11 St 60.11	58—70	20—24	50-100	5—7	200/250	2 2,5 3 3,25 4 5	50—70 70—90 100—120 120—150 160—190 200—220		Väga lühike kaar. Rihvõmblused õmbluskeevitiste väheses nõtkes, vertikaalselt ja ülepea nagu Kapta juures.	Elektrood kõrge söesisaldavusega teraseliikidele. Kergesti eemalduv šlakk. Peen ja sile õmblus. Ei anna sööbimis- täkkeid. Kõrged staatilised ja dünaamilised kvaliteediväärtused. Kohane söiduki ja masinaehitusteks.	
Intra St 70.11	70—80	10	40/60°	3,5—6	200/250	2 3 3,25 4 5	55—70 100—120 110—140 150—170 160—200		Kaar võimalikult lühike, mitte automaatselt juhtida. Kalle tööeseme vastu 30—45°. Enne keevitamise alustamist tulevad üksikud osad pingete vältimiseks hästi kinnitada.	Erielektrood St. 70 ja teiste kõrge tugevusega teraste keevitamiseks. Hästi keevitav kõikides asendites. Õmblusi võib pingete tasandamiseks keevitada üksteise järele või tigusammu järjestuses.	

Tabel IV

3. „Original Messer“ kaetud elektroodid pealekandekeevitusteks.

	Brinell-kõvus	Voolutugevus		Poolus (alalisvoolu)	Keevitamiseeskiri	Kasutusala	Otsavärv
		Ø	amp.				
Manga	200—250	3 4 5 6	70—90 120—150 160—180 180—200	+	Paksult kaetud, väga lühike kaar, nagu Rapid. Järk-järguline keevitamine otstarbekohane. Tööse hoida võimalikult külm. Soovikorrall on see elektrood saadaval ka õhukeselt kaetud.	Pealekandekeevitusteks (12—40% mangaan) töösemetel kõrgeprotsendilisest mangaanterasest, näit.: kivipurustajatel, süvendajaosadel, rööbastel rist- ja haruosadel. Kõrgeim kulumistugevus vähese kõvuse juures. Töödeldav ainult lihvimise teel. Külmalta karastatav.	violett
Carba	200—250	3 4 5 6	90—120 130—160 150—180 180—220	+	Kaar mitte liialt lühike. Kerged puuteliigutused (katkestamata seejuures kaart). Kalle tööseseme vastu ca 45°.	Pealekandekeevitusteks tööriistadel, bandaažidel, võllidel, hammasratasatel ja teistel masinaehituse osadel, mis kuluvad. Keevitis töödeldav teravate tööriistadega.	oraanz
Merla	300—350	3 4 5 6	90—120 130—160 150—180 180—220	+	Kaar mitte liialt lühike. Kerged puuteliigutused (katkestamata seejuures kaart). Kalle tööseseme vastu ca 45°.	Pealekandekeevitused kõrge kõvuse ja suure kulumisvastupidavusega kõikidel teraseliikidel, näiteks: rööbastel, nende haruosadel jne. Keevitis töödeldav ainult lihvimise teel.	roosa
Wolfa	~400-600	3 4 5 6	90—120 130—160 150—180 180—220	+	Kaar mitte liialt lühike. Kerged puuteliigutused (katkestamata seejuures kaart). Kalle tööseseme vastu ca 45°.	Erielektrood kõrgeima kõvusega pealekandekeevitusteks. Masinate tööosade, stantside jne. parandamiseks. Karastatult klaaskõva, keevitis töödeldav ainult lihvimise teel.	tume-roheline

Tabel V

4. „Original Messer“ kaetud elektroodid malmi keevitamiseks.

	Brinell-kõvus	Voolutugevused		Poolus (alalisvoolu)	Keevitamiseeskiri	Kasutusala	Otsavärv
		Ø	amp.				
Guska	~160	2 3 4 5 6	40—65 90—120 140—160 180—220 220—250	—	Kaar normaalne. Kalle tööseseme vastu ca 45°. Eelsoojendusetä. Tööse ei tohi minna liialt kuumaks (kahandmõrad!). Otstarbekohane on õmbluse järk-järguline keevitamine.	Odav elektrood malmi külmekeevituseks. Üleminekutsoon kõva. Paranduskeevitusteks malmist raamid, masinaosad, tugikodad ja silindriplokkidel, tööseseme eelsoojendusetä hea sissepõlemine ja tihe keevitis. Kergesti eemaldatav šlakk.	kollane
Fonda	120—140	3 4 5 6	100—115 140—160 180—200 200—220	+	Kaar pikk. Aeglane edasilükmine, et uhta välja kõik šlaki osakesed. Paksude töösesemete puhul kerge eelsoojendus. Võimalikult vertikaalne või väga nõrk kalle tööseseme vastu.	Kvaliteetelektrood töödeldatavatele malmi külmekeevitustele kõigiks parandustöödeks. Keevitis ja teda ümbritsev tsoon on töödeldavad viili ja iga liiki lõiketööriistadega. Kindel keevitus, homogeenne, tihe õmblus. Ei anna šlakki.	roheline
Warmä	~140	4 5 6 8 10 12	140—180 170—210 200—250 250—350 300—400 400—500	—	Kaar pikk. Kalle tööseseme vastu oleneb keevitusliigist. Hõõgahjus või puusõetulel eelsoojendada.	Elektrood malmi kuumkeevituseks vahelduvvooluga. Kasutatav ka alalisvoolu abil (— poolus). Kõikideks keevitustöödeks valusesemel suurimate läbilõigetega. Keevitise struktuur ja omadused võrdsed kõrgeväärtuslikule hallile toormalmile.	otsavärvita

Märkus: Kvaliteediomadusi määrati vastavalt DIN 4100 ja „Saksa Riigiraudtee Seltsi“ eeskirjadele. Brinellkõvust määrati 3000 kg surve, 10 mm kuuli ja 30 sek. koormusajaga (3000/10/30).

Kõvus on muutuv olenevalt tööseseme suurusest, kihtide arvust ja nende jahtumise kiirusest. Tugevuse ja venivuse arvud on mõõdetud sulatatud keevitel.

