

Reim - 35

THEODOR USSISOO

METALLIDE
TEHNOLOOGIA
KONSPEKT

R. Tammekeid
1942



KOLMAS
TAIENDATUD TRÜKK
TALLINN, 1939. a.

THEODOR USSISOO

METALLIDE
TEHNOLOOGIA
KONSPEKT

KOLMAS TÄIENDATUD TRÜKK

*Stammmeister
1942*

TALLINN 1939

SAATEKS

Materjalide omaduste tundmine on hädatarvilik igale oskustöölisele tema töös.

Küesolev vihik annab konspektiivsed vastused küsimusile metalli tehnoloogia alal ja tahab olla seega abiks õppinud töölise kutseeksami tegijale kõikidel metallitöö aladel, haarates ühiklasi ka kullaseppi, graveerijaid; trükitöölisi jne. mõnede materjalide tundmaõppimises, selgitades neid teoreetilisi küsimusi, mida nemad vajavad kutseeksamil.

T. U.

ERIKAAL.

Võrdsete ruumaladega, kuid erisugustest ainetest (rauast, puust, korgist) valmistatud kehade kaalumisel leiame, et mõned neist on raskemad, teised kergemad. Katse näitab, et võrdruumilised kehad ei ole harilikult mitte võrdsed oma raskuselt. Nii näit. kaalub 1 cm^3 destilleeritud vett $+4^\circ\text{C}$ juures 1 g , 1 cm^3 tina aga $11,3 \text{ g}$, 1 cm^3 rauda $7,8 \text{ g}$, 1 cm^3 tammepuud $0,8 \text{ g}$ jne.

Need arvud on aine kohta väga iseloomustavad ja väljendavad ta erikaalu. Keha erikaaluks nimetatakse arvu, mis näitab, mitu grammi üks kuupsentimeeter seda kaalub. Tähistades keha kaalu grammides P -ga, ruumala cm^3 V -ga, saame erikaalu e määramiseks valemi

$$e = \frac{P}{V} \frac{(\text{g})}{(\text{cm}^3)}$$

Et destilleeritud vee erikaal on $1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$, siis näitab iga teise keha erikaal, mitu korda on antud keha veest raskem. Keha kaalu määrame kaalude abil, ruumala kas geomeetrilisel teel või mensuuri või ülevoolu-anuma abil. On keha kaal ja ruumala leitud, siis nende abil pole raske arvutada keha erikaalu.

KÜTTEAINED.*)

on tahked, vedelad või gaasilised ained, mida põletatakse vastavais seadmeis soojusenergia saamiseks. Tähtsamaiks kütteaineiks on kivi- ja pruunsüsi, puu, turvas, koks, puusüsi, bensiin, piiritus, maaõli, põlevkivi, mitmesugused tõrvad, looduslik maagaas jne.

Kivisüsi.

Kivisütt leidub kohati maapõues suurte lademetena. Algprodukt on taimne, peamiselt puu pikaldane õhuta seismine sügaval maapõues, rõhumise all. Kivisüsi sisaldab 75—90% süsinikku (C), 5% vett (H); 4—18% hapnikku (O) ja 1—2% lämmastikku. Kuumendades võib kivisöest saada koksi.

Koks sisaldab 80—96% süsinikku, 0,2—1,5% vesinikku, 1—5% hapnikku, 0,4—1,5% lämmastikku, 1% väävlit, 5—8% tuhka, vett kuni 10%, enamasti aga 2—3%. Koks on raskelt süttiv, põleb hõõgudes lühikese sinise leegiga, andes kuumust kuni 1800°. Kütteväärtus 6600—7400 kilokalorit.

Pruunsüsi.

Teda leidub samuti maapõues suurte lademetena, millel veel sageli võib eraldada puukoe kujutusi.

*) Metallitehnoloogias sünnib suur enamus protsesse kõrgendatud temperatuuridel, mille saavutamiseks tarvitame kütteaineid.

Sellepärast on tarvilik tutvuda enne kütteainetega.

Pruunsöe koosseis: C = 65—75%, H = 6% ja O = 29—19%. Kütteväärtus 3000 kalorit. (Eestis on pruunsüsi vähetarvitatav).

Põlevkivi

kuulub õlikivide liiki ja ta esineb Põhja-Eestis. Põlevkivi sisaldab vett 12%, söehappegaasi 10%, mineraal-aineid 55% ja orgaanilisi aineid 45%.

Põlevkivi on Eestis tähtsamaks põletusaineks. Eriti tähtis on põlevkivi raudtee vedurite ja tehaste küttekollete kütmiseks. Gaasivabrikuis kasutatakse põlevkivi kivisöe kõrval gaasi valmistamiseks. Moodsaimaks põlevkivi kasutamise viisiks osutub väärtuslike õlide tootmine. Põlevkivi saadused leiavad laialdast tarvitamist. Nad asendavad maaõli kui ka kivisöetõrva saadusi. Põlevkivist saadakse põlevkiviõli, bensiini, karbolineumi, raualakki jn.

Puusüsi.

Puusüsi on pruun kuni süsimust. Pehme ja kergelt tuldvõttev. Põledes lõhnab meeldivalt.

Puusütt saame puu põletamise tagajärjel. Puusüsi on tarvitamisel puhtam, annab intensiivse leegi, on sageli sepatöödel tarvitatav, eriti maal, ta on käepärasem kui kivisüsi. Ka on ta vaba väävlisest, mistõttu eriti tarvitatav peenkeevituse ja jootmise töödel.

III

T O O R R A U D.

Rauda puhtal kujul maakeral ei leita, väljaarvatud nn. meteorraud (ilmaruumist maa peale langenud taevakehade tükikesed).

Rauda toodetakse maakidest, kusjuures esmalt saadakse nn. toormalm ning alles selle ümbertöötamisel saadakse tehniline raud (teras).

Maagid.

Maagid on enamasti raua ja hapniku ühendused ning sisaldavad 50—70% puhast rauda. Tähtsamad rauamaagid on: magneetrauamaak, punane- ja pruun rauamaak ja rauapagu.

Toorraua tootmine.

Maagid kaevatakse maapõuest, puhastatakse vajaduse korral mineraalainetest ning töötatakse ümber toormalmiks nn. kõrgahjus.

Kõrgahjus eraldub rauast hapnik, kuid suures kuumuses raud ühineb kütteaine (koksi) süsinikuga ja maagiga koos ahju minevate ainetega: räniga, mangaaniga, väävliga ja fosforiga. Säärast, mitmesuguste lisanditega rikastunud metalli nimetatakse toormalmiks.

Toormalm sisaldab:

süsinikku	5	—5%
räni	0,3	—4,5%
mangaani	0,25	—5%
väävlit	0,01—0,15	%
fosforit	0,02—3	%

Toormalm ei ole otsekoheselt tarvitatav, vaid teda kasutatakse lähteainena raua ja terase tootmisel või lisandusena malmi valamisel.

Toormalmi sordid.

Toormalm jaguneb vastavalt koosseisule ja tarvitamisotstarbele:

Hall toormalm

on süsiniku- ja räniirikas toormalm. Murdes on hall, jämeda- või peeneteraline. Süsinik asetseb hallis toormalmis grafiidilehekete näol lõhestades selle siseehitust, mistõttu selle malmi liigi tugevus on väike. Harilik hallmalm sisaldab:

süsinikku	5,5	—4 ⁰ / ₀ ,
räni	2	—3,5 ⁰ / ₀ ,
mangaani	0,2	—1,2 ⁰ / ₀ ,
fosforit	0,15	—1,0 ⁰ / ₀ ,
väävlit	0,02	—0,07 ⁰ / ₀ .

Malmi liiki, mis sisaldab õige vähe (alla 0,1⁰/₀) väävlit ja fosforit, nimetatakse hämatiidiks.

Halli toormalmi tarvitatakse lisana malmi valamisel 10—25⁰/₀, selles räni hulga tõstmiseks.

Valge toormalm

sisaldab vähem räni, kuid enam mangaani kui hall malm. Vähese räni ja enama mangaani mõjul on süsinik valges malmis rauaga keemilises ühenduses (nn. rauakarbiidi näol). Selle tõttu malm on väga kõva ning murdepinnalt hõbehall.

Valge malm sisaldab:

süsinikku	3	—4 ⁰ / ₀ ,
räni	0,3	—1,5 ⁰ / ₀ ,
mangaani	0,5	—5 ⁰ / ₀ ,
väävlit ja fosforit	alla 0,1 ⁰ / ₀ .	

Valget malmi tarvitatakse lisana malmi valamisel, juhul, kui soovitakse räni hulka vähendada ja mangaani hulka suurendada.

Puusõemalm

saadakse kõrgahju kütmisel puusõega. Sisaldab vähe väävlit ja on seetõttu kõrge väärtusega. Tarvitatakse lisandusena kõrgeväärtusega malmi valamisel.

Toormalmis leiduvad lisained.

Räni (Silicium) on metalloid, mida leidub looduses ühendeina: ränioksüüdina ja silikaatidena. Ränil on omadus malmi süsinikku eraldada grafiidi näol, mistõttu suure ränisisaldusega malmi liigid on pehmed ja vähese tugevusega.

Mangaan on hall, läikiv ja väga rabe metall, mis oksüdeerub niiskes õhus. Mangaani tarvitatakse peamiselt sulameina, raua, terase, pronksi, vase sulatamites (kuni 12%) suure tugevusega, kõrgel temperatuuril. Mangaan soodustab malmi süsinikul jääda keemilisse ühendusse rauaga (s. o. soodustab rauakarbiidi tekkimist), mistõttu mangaanirikas malm on kõvem ja ka tugevam.

Väävel on mineraal. Väävlit sisaldav malm sulab madalama temperatuuri juures. Väävel teeb sula malmi paksuks, mistõttu see ei täida hästi vorme.

Fosfor. Fosfori sisaldus teeb sula malmi hästi vedelaks, mistõttu see täidab hästi vorme, kuid on habras. Tarvitatakse lisandusena õhukeste tehiste valamisel (näit. pajad, pliidirõngad jne.).

Kroom

on terashall, hõbeläikeline, väga kõva ja habras metall, löikah klaasi, ei oksüdeeru kergesti õhus ega vees. Kroomi tarvitatakse metallina terasevalmistamisel kroomterase saamiseks, mis on kõvem kui harilik teras. Kroomi tarvitatakse ka raud- ja terasasjade pinna kroomimiseks kaitsesabinõuna roostetamise vastu.

IV

M A L M.

Malm on teist korda ümbersulatatud toormalm, millest muldvormides mingisugune tehis on valatud. Malmi sulamistemperatuur on $1200-1250^{\circ}\text{C}$. Tänapäeval ei valata malmi mitte puhtast toormalmist, vaid rauamalmist, millele lisatakse vajaliku koosseisu saamiseks toormalmi.

Malmi sulatatakse nn. kuppelahjus (suurtööstusis ka leekahjudes). Kuna sulatamisel rauamalmist osa räni ja mangaani välja põleb, siis tuleb igakordsel sulatusel neid aineid täiendada räni- ja mangaanirikka toormalmi lisamisega.

Valatava malmi koosseis oleneb otstarbest, näit. sisaldab:

	masinmalm	lihtne malm
süsinikku	5 — 5,8 %	5,2 — 5,8 %
räni	1,0 — 2,5 %	1,5 — 2,8 %
mangaani	0,6 — 1,5 %	0,6 — 1,0 %
fosforit	alla 0,2 %	0,6 — 1,0 %
väävlit	kuni 0,8 %	0,12 %

Malmi valatakse tänapäeval väga mitmesuguse tugevusega, nii on ta katkepinged tõmbele mõõdetud kilogrammides ruutmillimeetrile (kg/mm^2).

lihtmalmil 14—18 kg/mm^2

heal malmil 18—26 " "

eri-malmil 30—50 " "

Viimasel ajal lisatakse erimalmidele juurde ka kroomi ja niklit.

S e p a r a u d.

Separaud on harilik, sepitsetav, mittekarastatav, sitke keedis- ehk valuraud. Teda võib kokku keeta juba $1200\text{—}1300^\circ$ kuumuse juures.

Millega eraldub keedisraud valurauast?

1. Eraldub murdepinna kaudu. Keedisraua murdpind on kiuline, valuraua murdpind peenkristalliline.

2. Kui siluda peenehambulise viiliga raudlatti ja selle järele katta silutud koht happega, siis ilmuvad keedisraua pinnale väikesed mustad täpid, kuna valuraua jääb viilitud koht läikivaks.

V

TERAS. *)

Terast toodetakse valgest toormalmist sellest eemaldades üleliigset süsinikku, räni, mangaani, fosforit ja väävlit. Terast toodetakse: keede-, tii-

*) Keemiliselt puhast rauda, kui sarnast töötuses ei tarvita. Kui raud sisaldab süsinikku ka õige vähesel määral, nimetatakse seda juba teraseks.

gel-, Bessemer-, Thomas-, Siemens-Martini- ja elektrimenetlustega. Vastavalt tootmismenetlusele nimetatakse ka teraseid keede-, Bessemeri- jne. terasteks (vt. joonis nr. 1).

Keede-menetlusel toimub terase tootmine toormalmist selle sitkes olekus, kuna teiste menetluste järel vedelas olekus.

Teras jaguneb süsinik- ja legeeritud terasteks.

Süsinikterased.

Süsinikterastes sünnib terase omaduste (tugevus, taotavus) muutmine peamiselt süsinikuhulga muutmisega.

Terased süsiniku sisaldusega 0,05—0,5% on hästitaotavad ja ääsil keevitatavad ning tsementeeritavad; kuid ei ole karastatavad. Selliseid teraseid tarvitatakse sepatöödeks ehitusterasena, sorditerasena, poldide, needide jne. tarvis.

Teras süsiniku sisaldusega 0,5—0,5% on taotav, kergesti karastatav. Tarvitatakse ehitus- ja masinaehitusterasteks, terariistaks või tagumiseks. Samuti valatakse sellest tehiseid muldvormides.

Terast süsiniku sisaldusega 0,5—1,7% tarvita- takse igasuguste tugevate ja karastatavate tehiste ja tööriistade valmistuseks, nagu noad, kirved, treiterad, vikatid, vasarad, puurid jne.

Keemiliselt puhast rauda saab ainult laboratoorsel teel, mulline metall on niivõrd pehme, et seda võib isegi noaga lõigata, ja mis on täiesti kõlbamatu tööstuslikkudeks otstarveteks.

Inglismaal näit. ei tuntagi enam rauda nimetust, vaid tuntakse ainult terast (Steel).

Tegelikus elus nimetatakse rauaks metalli, milles süsiniku sisaldavus on alla 0,5%.



Joon. nr. 1.

Bessemeri konverter (pirn) töötamas.

Konverterisse valatakse auku toormalm ja puhutakse sellest ventilaatori abil õhku läbi. Õhuhapniku mõjul põlevad välja malmist ebasoovitavad kõrvalained nagu: mangaan, räni, süsinik jne., eraldades seejuures suurt kuumust, mille mõjul teras saadakse vedelana ja valatakse vormidesse.

Legeeritud terased.

Kõrgeväärtuslikud terased saadakse elektriühjust ja neid teraseid nimetatakse ka legeeritud (teise metalliga kokkusulatatud) terasteks. Need terased omavad mitmesugused kõrgeväärtuslikud omadused: mehhaanilised, magnetilised jne. Need sisaldavad peale rāni, mangaani, vāāvli, vosvori veel kroomi, niklit, volframit, vanaadiumit, koobaltit, alumiiniumit ja vastavalt lisaainetes sisaldavusele nimetatakse neid ka sordilt: mangaan-, volfram- jne. terasteks. Omadustelt jaotatakse need kolme peagruppi:

- I grupp. Roostevabad, keemiliselt kindlad terased.
- II grupp. Masinaehitusterased, nagu aviomootorite ja automootorite terased, kuul- ja rull-laagrite ja sõjariistaterased.
- III grupp. Tööriistade eriterased, lõiketerased, stantside vormide terased jne.

Kroomnikkelteras

on sulam, mis koosneb kroomist, niklist ja rauast.

Metallide eraldamistunnused.

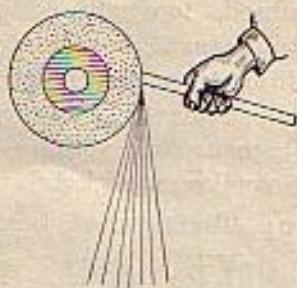
Terase üksikute sortide äratundmine ei ole igakord kerge, vaid nõuab õige laialdasi teoreetilisi teadmisi ja praktilisi kogemusi. Isegi terase ja raua vahel ei saa iga kord kergesti vahet teha. Üks väga lihtne ja väga laialt tarvitusel olev terase proovimise viis seisab selles, et meie proovitavat terast või rauda smirgelseibil saadavate sädemete abil proovime ja võrdleme. Smirgelseibi,

millega proovi tehakse, tuleb aga enne hästi puhastada, et mitte mingisugused võõrad ollused sädemepildi ei segaks ega võltsiks soovitatavat otsust.

Malm annab alati tumepunase lahjavõitu sädemekimbu, kuna terase sädemed on helekollakad. Süsi-



Joon, nr. 2a

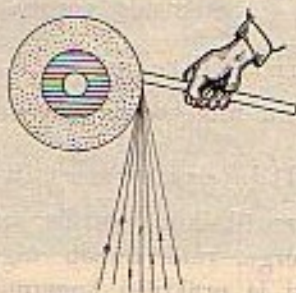


Joon, nr. 2b

nikuvaba separaud annab sirged sädemed (joon. 2^a ja 2^b), mis otsa poole muutuvad heledamaks ja pakse-



Joon, nr. 3a



Joon, nr. 3b

maks, esimesele sädemele järgneb harilikult teine, vähem tumepunane.

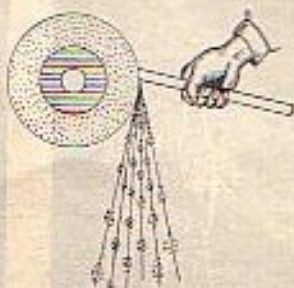
Süsinikurikkam valatud raud (teras) annab sädemepildi (joon. 3^a ja 3^b), mille ots lööb haruliseks ja

mida rohkem neid harusid, seda enam sisaldab raud (või teras) süsinikku.

Tööriistaterase sädemepilt (joon. 4^a ja 4^b) läheb eelmisest selle poolest lahku, et laialilöövad otsakiired omakorda veel kord hargnevad ja sädemejuga, mis



Joon. nr. 4a

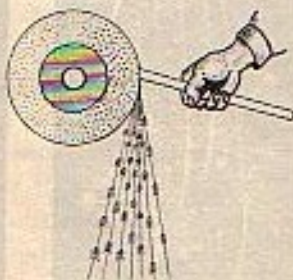


Joon. nr. 4b

harilikul konstruktsiooniterasel on helekollane, saab siin valgelt hiilgava läike.

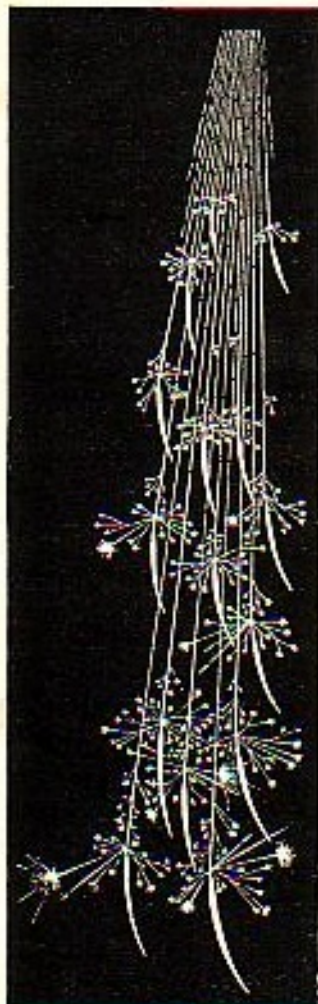


Joon. nr. 5a



Joon. nr. 5b

Mida suurem süsiniku sisaldavus, seda haralisem on sädemejuga. Nii iseloomustab õige kõva süsinikurikast terast sädemepilt (joon. 5^a ja 5^b).



Joon. 6.



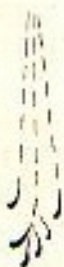
Joon. 7.

Tõõritista terase sädemeplite.

Sidemed täpeldatud kiirtega võrdse paksuses, mis lõpevad enamasti pika aladalt aheneva, helelõhe tervikuga eraldavad rakettitaolisi sädemekiimpe (joon. 6).

Peened, lõpupeale heledamad kiired, mis eraldavad korraldusi rakettitaolisi sädemekiimpe kogu pikkuses (joon. 7). Näide «P o l d e» tõõritista terasest.

Kõige iseloomulisema sädemepildi annavad kiirlõike terased, nii et neid otskohe teistest võib ära tunda. Nende sädemejuga ei ole katkestamata valge joon ja peale selle puuduvad kõrvalharud täiesti. Kiirte juga on tumepuane, sädemed otsas aga kollased tilgakujulised. Kiirte liikumine ei ole ka ühetaoline: sihist kaugemale jõudes suureneb kiirus. Nende kuju on joon. 6. näha.



Joon. nr. 6

Sädemete proovi tegemiseks on aga ka teatavat harjumist vaja: alguses ei suuda harjumata silm üksikute sädeme liikide vahel leida suurt vahet, alles kauema harjutamise läbi näeb silm isegi õige vähesed isääralsused ära ja võib õige tabavalt otsustada terase sordi headuse üle.

VI

TERASE KARASTAMINE.

Terase karastamine seisab selles, et teras kuumutatakse ühtlaselt $750-850^{\circ}$ ja peale seda jahutatakse karastusainetes. Kuumutamine sünnib sepääsil või kuumutusahjudes, jahutamine vees, soola- või sulatinavannides.

Karastamine on füüsiline protsess ja siin on tähtis süsiniku hulk terases. Jahutus oleneb sellest, kui kiiresti karastusvedelik suudab karastatavalt esemelt kuumuse võtta ja see omakord on tingitud: 1) vede-

liku hulgest, 2) selle temperatuurist 3) soojusjuhtivusest jne.

Vee temperatuur peab olema 16—20° C. Külmas vees karastamisel jahtub ese liiga kiiresti ja võib tekitada esemes praod. Liiga kuumas vees ese ei karastu jälle hästi. Tihti lisatakse veele juurde soola, soodat, glütseriini jne. Veel tarvatakse looma- ja kalarasvasid ning taimeõlisid, petrooleumi ja õhku.

Peale karastamist ehk jahutamist ese noolutatakse, s. o. kaotatakse karastamisel tekkinud liigne kõvadus. Selleks peale jahutamist ese kuurnutatakse uuesti teatava temperatuurini ja jahutatakse harilikult.

Noolutustemperatuure määratakse pinna värvide järgi ja need on helekollane ja tumekollane, pruun, purpurpunane, violet, tume- ja helesinine. Temperatuurid on 225—550°C.

1. Halvasti hõõgutatud tööriistaterase murd. Liiga vähe hõõgutatud terase murdel on enam-vähem loomuliku murde väljanägemine, Liiga palju hõõgutatud terasel on jämekristalne-tugevasti läikiv murd.

2. Karastatud tööriistaterase murd. Hästi karastatud terasel on murdel peenim tera, mis selle terase karastamisega üldse kättesaadav; see tera on äärmiselt peen, sametisarnane ja matt. Karastatud olukorras saab vaevalt vahet teha pehmete ja kõvade teraste terasuuruse vahel. Hästi karastatud legeeritud terase murd eraldub iseäranis oma tuhmi struktuuri tõttu.

Algtingimused õigeks karastamiseks.

3. Õige karastamise temperatuur terasele on madalaim temperatuur, mille juures teras omandab hea kõvaduse. Selle temperatuuri juures tekib soodsaim kõvuse ja sitkuse vahekord; iga kõrgema soojendamisega kaotab teras sitkusest, ilma et kõvusel juurde võidaks. Õige karastamise temperatuur pole kõikidel terastel mitte ühekõrgune.

4. Soojendamine sündigu pikkamisi, kogu läbi lõikes ühtlaselt läbivõtvalt kuni terase õige karastamise temperatuurini; sealjuures tuleb terast võimalikult vältida ärapõlevate gaaside kahjuliku mõju ja õhu eest. Tööriista peab ainult niikaua karastamise temperatuuris hoidma, kui läbivõtvaks soojendamiseks vajalik.

5. Karastamine. Tööriista karastatakse terase sordile ja eriotstarbele vastava karastamise abinõuga (vesi, õli, õhk jne.) ühetaoliselt ning nõuetele vastavalt enam ehk vähem tugevalt.

6. Noolutamine (tagasilaskmine). Tööriista on vaja vastavalt noolutada. Õige noolutuse temperatuur on see, mille juures tööriist saab võimalikult kõrge kõvaduse alalhoidmisel oma tarviduse jaoks küllaldase sitkuse. See on igal terase sordil isesugune.

Hõõgutamiseks nimetatakse karastatud terase kuumendamist kuni karastuse täielise kadumiseni. Hõõgutamist toimetatatakse umbes 700°C juures. Peale hõõgutust jahutatakse aeglaselt tuhas või liivas.

Hõõgutuse-värvid.

1250° — 1320° C	Valge
1150° — 1250° C	helekollane
1050° — 1150° C	tumekollane
890° — 1050° C	kollakas-punane
830° — 890° C	helepunane
800° — 830° C	helekirispunane
780° — 800° C	kirispunane
750° — 780° C	tumekirispunane
650° — 750° C	tumepunane
580° — 650° C	punakaspruun
520° — 580° C	mustjaspruun

Kuuma terase hõõgvärve tabeli värvidega võrdlemiseks tuleb ääsi tünd sulgeda ja vaadelda terast ääsitules.

Märkus: Olukhoodud värvitabel on terastehaselt „Põldihütte“ Tšehhoslovakkias, mille esindajaks on Tehn. büroo ins. B. Urban, Tallinn.

Hõõgutuse värvi tuleb vaadata ääsitules, tuult enne seisma paunes, sest tükid näivad väljaspool tuld tumedamatena kui tules ja sellepärast nende temperatuuri võib arvata madalamaks, kui ta on tegelikult.

Vead karastamisel.

1. Pehme süsinikuta kiht tekib süsiniku hapenemisest — parandada võib tsementiitimisega.
2. Pehmed kohad on tingitud väevli sisaldavusest — parandada ei saa.
3. Suureteraline struktuur on tingitud üle- või vähekuutamistest — parandada saab uuesti kuumutamise ja karastamise läbi.
4. Lõhed tekivad — liiga järsu kuumutamise ja jahutamise läbi.

Tsementiitimine.

Tsementiitimiseks nimetatakse metalli pinnale kõvaduse andmist, kusjuures raua välimised kihid kuumutatud seisukorras rikastuvad süsinikuga. Selleks kastetakse teras kuumutatud olekus karastuskaalisse või kuumutatakse süsinikurikkasse ainetesse pakitult.

Tööriistaterase murdepinna struktuur.

1. Tööriistaterase loomulik murd (hõõgutamata, karastamata). Hea loomuliku murde tundemärk on ühetimeline, hall, matt teras, mis

pehmetel terastel on jämedam, kõvadel terastel peenem ja kokkusulatatud legeeritud terastel, nii kuidas legeering, enam-vähem sametisarnase väljanägemisega ning omapärase värvinguga.

2. Õigesti hõõgutatud tööriistaterase murd. Õige hõõgutamisega omandab terase struktuur kõrgendatud läike, murdepinna väljanägemine on rohkem ühtlasem, terade suurus veidi vähenenud. Murde läiget saab siiski eraldada ülehõõgutatud terase sädeldavast läikest.

VII

ROOSTETAMINE JA ROOSTEKAITSE- VAHENDID.

Rauametallid, mida vähem nad sisaldavad süsinikku, seda rohkem nad roostetavad ehk hapenduvad. Roostetamine sünnib niiskes õhus või kokku puutudes soolase veega või hapetega. Roostekiht rauametallide juures ei ole roostetamise kaitsja, vaid selle edasisoodustaja, mistõttu tuleb suurt tähelepanu pöörata roostetamise vältimiseks ja kui see on juba tekkinud, siis kohe kõrvaldada. Rooste kõrvaldamine sünnib kas mahakloppimise või harjamise teel, leotamise teel petrooleumiga, tärpentiiniga või steariini-ga. Rooste tekkimise vältimiseks tarvitatakse õlisid, vaseliini, rasva ja tavotti. Ka võib tarvitada õlivärve. Kindlamad roostekaitse vahendid on: mitteroostetavate metallidega katmine (tsingi, sea- või inglistina, nikli, kroomi, alumiiniumiga ja väärismetallidega). Rohkem tarvitatakse harilikude ese-

mete juures tsinki, tinasid ja alumiiniumi. Kui aga soovitakse hääd väljanägemist, siis kautakse nikliga, kroomiga ja väärismetalliga. Teiste metallidega katmine sünnib kahte viisi: 1) metallitamise teel, s. o. sulat metalliga katmine ja 2) galvaniseerimisel, s. o. elektrofüütilisel teel elektrivoolu abil. Viimast tarvitatakse rohkem, kuna sel teel ese katub metalliga paremini ja ühtlaselt.

VIII

VASK, TINA, TSINK, NIKKEL JA ALUMIINIUM.

Tööstusharudes praegusel ajal tarvitatakse määratud hulgad nõndanimetatud odavaid värvilisi metalle (vaske, tina, tsinki, alumiiniumi jne.) kas puhtal kujul või segatult teistega. Väikeses tööstuses tarvitatakse harilikult valmissegusid, mida suured tööstused saadavad turule. Nende seas leidub ka palju sääraseid segusid, mida müüakse ühe või teise puhta metalli asemel. Kõige rohkem katsutakse selliseid operatsioone teostada vase, inglise- ja seatina arvel, sest metallide koosseisu on raske ilma vastavate abinõudeta kindlaks teha. Ainult teatavate tundemärkide ja võtete varal on see enam-vähem võimalik.

Puhas vask on pehme, väga veniv, kergesti taotav haamri abil. Kuivas õhus ta peaaegu kunagi ei oksüdeeru, kuna niiskuses ta piud sellega võrdlemisi kiirelt kattub. Vase sulamistemperatuur on $1090 - 1173^{\circ}\text{C}$ ja erikaal olenevalt ta ümbertöötamisviisist 8,58—8,96.

Puhtal kujul puhast vask on raske leida. Sage-
dasti leidub tas väävlit, rauda jne., mis ta oma-
dustesse mõjuvad võrdlemisi halvasti. Kuivõrd vask
on puhas, võib teha kindlaks ta värske murdepin-
na järgi. On sel pinnal roosakas-punane värv,
tugeva metalli läikega ja peensõrmelise struktuu-
riga, siis võib enam-vähem olla kindel, et vask on
puhas. On aga murdepinna värv roosakas-kollane,
tumeda läikega ja jämesõrmelise struktuuriga, siis
pole vask puhas.

Peale murdepinna vaatlemise võib veel kindlaks
teha, kas vask on puhas või mitte, kui vask tagu-
misel ei pudene ega pragune. Segatud vasega on
see vastuoksa. Ka on puhta vase kõla tume, kuna
segatul on heledam. Need tundemärgid annavad
vasest enam-vähem tõetruu pildi.

Inglistina.

Inglistina, keemiline märk Sn, sulamistemperatuur
232°C, esineb looduses ehedalt ja ühendeis. Toot-
misprotsess jaguneb üldiselt kolme ossa: 1) maagi
puhastamine tiinasisaldise tõstmiseks, 2) taandus-
protsess ja 3) lõplik rafineerimine ümbersulatamise
ja ka teistsuguste menetluste kasutamisega.

Puhta inglistina värv on hõbevalge, tugeva me-
talse läikega. Õhus ei roosteta, kuna vees oksüdeer-
ub kaunis aeglaselt. Murdepind on tal kristallise
struktuuriga. Tagumise tagajärjel erikaal tõuseb
7,5 või isegi kuni 7,47. Painutamisel on kuul-
da inglistina iseloomustavat praginat, mis on
seda tugevam, mida puhtam on inglistina. Segude

olemasolu võib võrdlemisi täpselt teha kindlaks erikaaluga, mis tunduvalt suureneb, kui tinasse on segatud vaske, rauda jne.

Kui inglistina hoida niiskes kohas või madala temperatuuri juures, muutub ta plekiliseks; kaotab läike ja mureneb halliks tolmuks — seda nimetatakse inglistina katkuks.

Kui puhast inglistina sulatada ja siis valada välja, omandab ta sileda läikiva pinna. Sisaldab ta aga seatina, muutub pind nõelkristalliliseks ja rohkema sisaldavuse juures tuhmimaks. Ka metalliliste lisanduste vastu on inglistina väga tundeline, nagu venivuse, kõvaduse ja värvi suhtes.

Arseni ja vismuti sisaldusel kaotab läike, väheneb ka tugevus. Raud muudab läiget ja värvi. Seatina teeb tuhmiks, vask kõvaks ja hapraks.

Inglistina on võidlemisi kallis metall, mispärast talle peaaegu alati rutatakse lisama veidi seatina, kuna aga hind katsutakse võtta puhta tina eest. Nii sugune pettus on võimalik, kui ostja ei oska vahet teha puhta ja segatud tina vahel.

Seatina.

Seatina (plii) värv värskes lõikes on sinakashall, metalse läikega, mis õhus kiiresti muutub tumedamaks. See on äärmiselt pehme metall, jätab paberile jälje ja teda võib vabalt küttinga kriimustada. Segatult teiste metallidega on seatina veidi kõvem kui puhtal kujul. Samuti muutub ta veidi kõvemaks, kui teda kuumen-

dada ja siis kergesti jahutada. Ta sulamispunkt on 327 ja erikaal 11,3—11,7. Keemiline märk Pb.

Tsink.

Tsink, keemiline märk Zn, sulamistemperatuur 419°. Ta värvus on sinikas-valge, värske murdekoht kristalne ja sätendav. Ta tuhmub õhu käes seismisel, kattudes õhukese tiheda tsingioksüüdi ja karbonaadikihiga, mis teda kaitseb suuremate muudatuste vastu. Harilikul temperatuuril on tsink rabe, 100—150°C vahel aga pehme valtsitav ja venitatav; 200°C juures muutub ta uuesti nõnda rabedaks, et teda võib uhmris pulbriks hõõruda. Keemistäpi temperatuuril põleb tsink õhus heleda leegiga tsingioksüüdiks (tsinkvalge värv).

Nikkel

Nikkel, element, hõbevalge, kollaka läikega metall, keemiline märk Ni. Ta on kõvem kui raud ja ka vastupidavam atmosfäärilistele mõjudele. Laseb end hästi poleerida, taguda ja joota. Nikkel on nõrgalt paramagneetiliste omadustega. Lahustub salpeeterhappes kergesti, sool- ja väävelhappes raskesti. Vabal kujul esineb nn. meteoriitides, maakeral leidub teda vaid koos väävliga, arseeniga, rauaga, koobaltiga jne. mineraalides, näit. nikeliinis.

Alumiinium.

Alumiinium (Al), hõbevalge metall, esineb looduses vaid ühendcis, nagu päevakivi, vilk, savi, krüoliit. Sulamistäpp 657°. Alumiiniumi tarvitatakse

sulamite saamiseks, millest valmistatakse keedunõusid, instrumente, telefonitraate (odavam kui vasktraat); lõhkeainetehnikas, ilutulestikus ja fotograafias (põleb väga heleda leegiga). Uuemat ajal tarvitatakse alumiiniumit rohkesti keemiatööstusis mitmesuguste aparaatide ja nõude valmistamisel ja lennuasjanduses.

Punase vase ja inglistina sulatist — pronksi — kasutatakse laialdaselt masinaosadena, ehitusmaterjalina kui ka kunstiesemete ja metallraha valmistamiseks. Sage-dasti asendatakse osa inglistina, tsingi või seatinaga. Pronksi tuntakse mitmesuguste nimetuste all olenevalt inglistina kui ka muude lisaainete lisandustest ja hulgast. Tähtsamad sordid on: masinapronks, fosforpronks, alumiiniumpronks, kellapronks, peegelpronks, kunstipronks jne.

Punase vase ja tsingi sulatis — valge vask — sisaldab mõnikord vähesel hulgal lisandina ka tina, seatina, rauda ja mangaani, mis satuvad valgevasesse koos tsingiga. Rohkesti vaske ja vähe tsinki sisaldav valge vask on punane, venitatav, külmalt taotav (tsingi sisaldus kuni 19⁰/₀), tarvitatakse kunstkäsitöös ja iluasjade tööstuses ta kullasarnase värvuse tõttu. Tsingi lisandusel ta muutub heledamaks (kollane messing), kõvadus suureneb. Tavaliselt ei esine valgevases tsinki üle 50⁰/₀. Tsingi hulga järgi, millest on tingitud vase ja tsingi sulamite tardumistäpp, eriteldakse kahte liiki valgevaske: a) kuni 54⁰/₀ tsingiga ja b) 75 — 60⁰/₀ tsingiga. Esimene on tavalisel temperatuuril valtsitav, kuna teine liik on vähe painutatav, kõrgeimal temperatuuril aga hästi taotav. Seatina sisaldus muudab valge vase läikiva

pinna ilusamaks, rauasisaldus tõstab keemilist vastupidavust.

Punase vase sulamid nikli ja tsingiga omavad valge värvi; on vastupidavad nõrkadele hapetele ja seetõttu tarvitatakse neid sulatise süögiriistade valmistamiseks, nagu noad, kahvlid, lusikad jne. Üldse need segud sisaldavad 12—26% niklit ja 18—24% tsinki mitmesuguste nimetuste all (alpaka, hiina ja poola hõbe, argetaan, uushõbe jne.).

Tinasulamid.

Neid tarvitatakse masinate osadeks, nagu laagrid jne. Omaduste poolest peab ta olema kõva, et paneks vastu hõõrumisele, kuid sealjuures ka küllaldaselt pehme, et ta kergesti ei murduks.

Neist tuntumad on:

1) Pabiit, mis koosneb sea- ja inglistinast ja antimonist, kus viimast on kuni 16% ja inglistina kuni 20%.

2) Jootmistina, mis koosneb 50% sea- ja 50% inglistinast.

3) Sarpimetall koosneb 83% inglistinast, 11% antimonist ja 6% punasest vasest.

Trükitähtede ehk „Hartblei“ metall koosneb 55—80% seatinast, 15—25% antimonist ja 0—20% inglistinast.

Alumiiniumsulamid.

Tuntumad neist on duralumiinium, mis sisaldab peale alumiiniumi 0,5% magneesiumi, 5,5—5,5%

vaske ja 0,5—0,8% mangaani. Duralumiinium on kerge ja vastupidav keemilistele mõjudele. Teda tarvitatakse lennukite ehitamiseks. Omaduste poolest vastab ta pehme terase tugevusele; ja alumii-niumvalgevask, mis koosneb tsingist ja alumii-niumist.

IX

VÄÄRISMETALLID.

Plaatina.

Plaatina on väärismetall, keemiline märk Pt. Looduses esineb ehedalt, vähesel määral ühendeis. Tähtsam leiukoht on Venemaal Uuralis, vähemad leiukohad Kolumbias, Kanadas, P.-A. Ühendriikides ja Lõuna-Aafrikas. Puhast plaatina on hall metall, hästi taotav ja valtsitav; kõvadus umbes sama, mis vasel. Et mehaanilist vastupidavust tõsta, lisandatakse talle pisut iriidiumi. Keemiliselt on plaatina väga vastupidav: õhu käes kuumutamisel ta ei muutu, ei lahustu happes, küll aga kuningavees. Plaatinasse toimivad aga kuumutamisel tugevate aluseliste omadustega ained, samuti väävel, fosfor. Plaatina moodustab sulameid enamikuga metallidest. Teda tarvitatakse suure keemilise vastupidavusega tiiglite, elektroodide ja kausikeste valmistamiseks, traadi jm. kujul elektri mõõteriistades. Rohkesti plaatinat tarvitatakse ka väärtasjadetööstuses ja kunst-hambatööstuses.

Kuld.

Kuld (Au) sulamispunkt 1063° . Metall, mis omab tahkel kujul kollast värvust. Pulbrina on kullal väga mitmesugune värvus, näit. tumeviolettsest ja punasest mustani. Väga õhukesed kullalehekesead on läbipaistvad ja näivad rohelistena. Metallidest on kullal suurim venitatavus. Teda võib valtsida $1/12000$ mm õhukesteks lehekesteks. Ta on pehmem kui hõbe ja kõvem kui tina. Teiste metallide lisandid suurendavad ta kõvadust. Kuld ei lahustu happes, küll aga kuningavees ja kloori ja broomi sisaldavais vedelikes. Peaaegu kõigi metallidega annab kuld sulameid. Looduses esineb kuld peamiselt ehedal kujul liivas. Vähesel hulgal leidub teda ka seotult raua, vase ja teiste maakide lisandina. Vanimaid ja lihtsamaid kullasaamise viise on uhtimine, kus ehe kuld eraldatakse teistest mineraalidest vee abil. Tänapäeval saadakse suurem osa kulda amalgaamimise teel. Urbselt kiulist kristalliseerunud kulda saadakse ka elektrolüütiliselt; seda tarvitatakse hambaploombimiseks. Kulla sulamispunkt 1063° .

Hõbe.

Hõbe (Ag), metall, sulamispunkt umbes 960°C . Esineb looduses ehedalt traadi- ja samblakujuliselt ning tükkides, mõnikord ka kristallides (kuupidena), kuid suuremalt jaolt seotult väävli, kloori, vase, antimoniga jt. elementidega. Täiesti puhast hõbedat saadakse elektrolüütiliselt. — Puhas hõbe on valge, läikiv ja hästi venitatav metall. Ta on kõvem kui kuld ja pehmem kui vask. Hõbe ei muutu õhus,

s.o. ta ei hapendu, kuid on väga tundelik väävliühendite vastu. Seepärast tumestub ta näit. väävelvesiniku toimel, andes musta hõbesulfiidi. Hõbe lahustub koondatud väävel- ja lämmastikhappes. Hõbedat tarvitatakse keemilisteks nõudeks, väga vähesel määral elektrotehnikas, klaasi ja portselani värvimiseks, orgaaniliste preparaatide sünteesiks. Hõbedaühendid tekivad hapete toimel hõbedasse või tema oksüüdisse. Nad toimivad mikroorganismidesse, mõnikord isegi tugevamini kui sublimaat, lagunevad kuumutamisel ja valguses.

Mõnede tahkainete (elementide) füüsikalisi
omadusi.

Aine nimetus	Süm- bol	Erikaal g/cm^3	Sulamis- täpp $^{\circ}C$
Alumiinium	Al	2,65 — 2,80	658
Antimon	Sb	6,65 — 6,72	650
Elavhõbe	Hg	15,54	38,89
Grafiit		2,17 — 2,3	3500
Hõbe	Ag	10,50	960,5
Inglüstina	Sn	7,28	231,9
Jää		0,917	0
Kaalium	K	0,86	65,5
Kuld	Au	18,88 — 19,55	1063
Magneesium	Mg	1,74	650
Malm		7,05 — 7,87	1155 — 1220
Nikkel	Ni	8,6 — 8,9	1455
Plaatina	Pt	21,37	1771
Raud	Fe	7,85 — 7,88	1550
Räni	Si	2,55 — 2,49	
Seatina (plii)	Pb	11,54	327
Tsink	Zn	6,9 — 7,19	419,4
Valgevask		8,44 — 8,7	900
Vask (pun.)	Cu	8,5 — 8,95	1058
Volfram	W	19,1	3370

SISUJÄRJESTUS.

Alumiinium	28, 34	Pabiit	30
Alumiiniumsulamid	30	Platina	31, 34
Antimon	34	Pruunsüsi	6
Bessemeri pirn	14	Puusiõemalm	10
Destilleeritud vesi	5	Puusiüsi	7
Duralumiinium	31	Põlevkivi	7
Elavhõbe	34	Raud	12, 15, 34
Erikaal	5	Roostetamine	24
Fosfor	10	Roostevaba terased	15
Grafiit	34	Räni	10, 34
Hõbe	32, 34	Seatina (plii)	27, 34
Häädutamine	21	Separaud	12
Häädutusvärvid	22	Silicium	10
Hämatiid	9	Smirgelseib	15
Inglitina	26, 34	Süsinikterased	15
Jootmistina	30	Särpimetall	30
Kaalium	34	Teras	12
Karastamine	21, 25	Teras karastamine	19
Keedisraud	12	Teras soojendamise	21
Kjirliõiketerased	19	Tinasulamid	30
Kivisüsi	6	Toormalm	8, 9
Koks	6	Toorraud	7, 8
Kroom	11	Trükitähe metall	30
Kuld	32, 34	Tsementtiitimine	25
Kütetained	6	Tsink	28, 34
Legeeritud terased	15	Tööriistaterasemurd	20, 25
Maagid	8	Valge toormalm	9
Magneesium	34	Valgevask	29, 34
Malm	11, 34	Vask	25, 34
Mangan	10	Vead karastamisel	25
Masinaehitusterased	15	Volfram	34
Metesorraud	7	Väärismetall	31
Nikkel	28, 34	Väiuel	10
Noolutamise	21		

Kasutatud kirjandust:

- H. V. Reier — Mehaaniline tehnoloogia I, II, III.
E. Grünreich — Teras karastamine.
R. Kleis jt. — Eesti Entsüklopeedia.
B. Urban — Poldihütte terased.
O. Pattermann — Werkzeugstähle.
O. Lueger — Lexikon der Gesamten Technik.

THEODOR USSISOO

poolt on koostatud alljärgnevad õpperaamatud
alg-, kesk- ja kutsekoolidele

1. Geomeetriline joonestamine (III trükk)	—,75
2. Geomeetriline ornament (II trükk)	—,20
3. Geomeetriliste pind- ja ruumolade arvutamine. I jagu	—,25
4. Juuksetööstuse käsiraamat	—,85
5. Masinakiri (VI trükk)	1,—
6. „Meie kodu“ eluruumide sisseseaded	—,75
7. Meister, õppinud tööline ja tööstusõpilane	—,65
8. Noatööd algkoolile (Nikerdused)	—,10
9. Dappitöö algkoolidele	—,45
10. Plakatiki puusulega	—,40
11. Plekitöö alg- ja keskkoolidele (I vihik)	—,50
12. Profeldisioon joonestamine	—,50
13. Punumistööd algkoolidele (I vihik)	—,12
14. Puutehnoloogia II jagu	1,20
15. Puutöö algkoolidele (I vihik)	—,50
16. Puutöö alg- ja keskkoolidele (II vihik)	—,60
17. Puutöö alg- ja keskkoolidele (III vihik)	—,60
18. Saetöö algkoolidele	—,25
19. Tehnoloogilisi käsimisi	—,15
20. Toiduained I osa — Liha	1,50
21. Ühiskonna ja käitlusõpetus	—,65
22. Ümarkiri	—,15
23. Väike kirjutaja kirjavihik Th. Ussisoo ja A. Mölder	—,40
24. Th. Ussisoo ja A. Behrsing. Laste geomeetria	—,15
25. P. Tamm ja Th. Ussisoo. Puutehnoloogia I jagu	1,25
26. P. Madisson ja Th. Ussisoo. Planeetria	1,25
27. P. Madisson, Stereomeetria. Th. Ussisoo joonestustega	1,50