

Aivar Johanson

Tehnikaõpetus I

2009

Sisukord

Sisukord	2
Metallide levik maakeral	3
Metallid ja nende liigid	5
Metallide põhilised omadused	6
Terased	8
Legeeritud terased.....	8
Malmid	10
Alumiinium ja selle sulamid	12
Alumiiniumisulamid	12
Vask ja vasesulamid	13
Vask	13
Messingid.....	14
Pronksid	15
Vaseniklisulamid	16
Vaseniklitsingisulamid	16
Metallide lõikamine	17
Lõiketangid	17
Metallisaag	17
Plekikäärid	17
Kangkäärid	18
Ketaslõikur e. nurklihvija	18
Elektrilised plekikäärid ja nakerdaja	18
Gaasilõikus	19
Plasmalõikus	19
Metalliliited	20
Lahtivõetamatud liited	20
Keevisliide	20
Jooteliide	21
Metallide jootmine	22
Neetliide	23
Valtsliide	25
Liimliide	25
Lahtivõetavad liited	26
Keermesliide.....	26

Keermed	26
Keermete kasutamine	27
Keermestamine	27
Kiilliide	29
Liistliide	29
Ülekanded	30
Hammasülekanded	31
Rihmülekanded	33
Kettülekanded	34
Hõõrdülekanded	35
Kruviülekanded e. keermesülekanded	36

Metallide levik maakeral

Kõikide elementide sisaldus maal, ei ole ühesugune. Et maal on kõige suurema massiga ja samal ajal kõige elemendirikkam osa litosfäär ehk maakoos, siis on see ka enamiku elementide või lihtainete saamise varamu. Kõige levinum element maakoos on hapnik, kõige levinum metall- alumiinium. Alumiinium on levikult elementide seas kolmandal kohal.

Ent üksikute elementide sisaldus maakoos ei iseloomusta nende kättesaadavust.

Näiteks leidub kulda, indiumi ja reenumi maakoos ühepalju. Kulda tunti enne meie ajaarvamist, indium avastati alles 1863. aastal ja reenum alles 1925. aastal. Skandiumi ja germaaniumi leidub maakoos sada korda rohkem kui elavhõbedat, mis ometi tuntud 3000-4000 aastat tagasi, skandium ja germaanium avastati alles möödunud sajandi lõpul.

Elementide haruldusastet ei määra ainuüksi tema sisaldus maakoos. Kulda ja hõbedat leidub küll harva, kuid ehedalt, mistõttu on kergesti kättesaadav. Ehedalt võib leida ka meteoriittrauda. Paljud metallid, näiteks nagu raud, vask, elavhõbe jne. esinevad ainult maakidena. Aga näiteks indiumil, reenumil ja germaaniumil puuduvad nii maagid kui ka leiukohad-st. neid on kõikjal ja samal ajal mitte kusagil. Need elemendid kuuluvad nn hajutatud metallide hulka, mida leidub tühise lisandina paljudes mineraalides, kivimites ja taimedes. Üliharuldaseks metalliks võib nimetada raadiumi, mille ühe grammi saamiseks tuli töödelda 200-500 tonni maaki. Või näiteks elementi mendeleevium on saadud vaid 17 aatomit.

Ka inimene ja loomad sisaldavad metalle, sest toituvad ka otseselt või kaudselt taimedest. Inimese organismi satuvad toidu ja joogiveega praktiliselt kõik perioodilisussüsteemi elemendid, elutegevuseks on vajalik aga 87-90 elementi.

Tänapäeval tuntud 118-st elemendist on 95 metallid ja vaid 23 on mittemetallid. Looduses leidub neist 118-st 92 elementi, mis omavahel ühinedes moodustavad nii looduses esinevaid kui ka tehnikult saadavaid ühendeid.

Metallid ja nende liigid

Metallid on ained, millel on tahkes olekus iseloomulik läige, hea elektri- ja soojusjuhtivus ning enamikel juhtudel ka hea mehaaniline töödeldavus, suur plastsus ja elastsus. Kõik metallid peale elavhõbeda on tavalisel temperatuuril tahked ained.

Metallid ja sulamid liigitatakse kahte suurde gruppi:

1. **mustad metallid** - raud ja rauasulamid (nende tuleb u. 95% kogu maailma metallitoodangust)
2. **värvilised metallid** - mitteraudmetallid ja mittterausulamid (kõik ülejäänud metallid ja nende sulamid).

Füüsikalise-keemiliste omaduste ja maakoost leidumise järgi eristatakse:

tihedusest lähtuvalt

1. **kergetal** ja –sulameid, mille tihedus ei ületa 5000kg/m^3 (liitium, berüllium, magneesium, alumiinium, titaan jt.)
2. **keskmetalle** ja –sulameid (tihedus üle 5000, kuid alla $10\,000\text{ kg/m}^3$)
3. **rasketal** ja –sulameid, mille tihedus ületab $10\,000\text{kg/m}^3$ (plaatina, volfram, molübdeen, plii, tina jt.)

sulamistemperatuurist lähtuvalt

1. **kerksulavaid** metalle ja sulameid, mille sulamistemperatuur ei ületa plii oma, s.o. 327°C (tina, plii, antimon, elavhõbe jt.)
2. **kesksulavaid** metalle ja sulameid (sulamistemperatuur üle plii, kuid alla raua sulamistemperatuuri)
3. **raksulavaid** metalle ja sulameid, mille sulamistemperatuur ületab raua oma, s.o. $1539\text{ }^\circ\text{C}$ (volfram, tantaal, molübdeen, nioobium, kroom, vanaadium, titaan jt.)

Tehakse vahet ka leelismetallide, leelismuldmetallide, haruldaste ja hajusate, radioaktiivsete jt. metallide vahel.

Metallide põhilised omadused

Füüsikalised omadused (avalduvad nähtustes, mille puhul ei muutu aine keemiline koostis).

Värvus

Metallid on läbipaistmatud, isegi väga õhukesed metall-lehed ei lase valgust läbi. Peegeldunud valguses metallid läigivad, kusjuures igal metallil on oma varjundiga läige: vask – punane, inglistina – läikivvalge jne.

Tihedus

Aine tiheduseks nimetatakse aine massi, mis sisaldub mahuühikus. Ühe ja sama metalli tihedus (ka erikaal) võib olla erinev sõltuvalt saamise ja töötlemise viisist.

Sulavus

Metallidel on omadus sulada kuumutamisel ja samuti tahkestuda jahtumisel. Temperatuuri, millel metall muutub täielikult vedelaks nimetatakse sulamistemperatuuriks. Paljude sulamite sulamistemperatuurid erinevad komponentide sulamistemperatuuridest.

Paisumine kuumutamisel - soojuspaisumine

Metallid paisuvad kuumutamisel ning jahtumisel tõmbuvad kokku. Metallide soojuspaisumise suurus on erinev. Joonpaisumise tegur saadakse kui leitakse katsekeha pikenemine 1 mm kohta temperatuuri tõstmisel 1 kraadi võrra.

Soojusjuhtivus

Soojusjuhtivuseks nimetatakse materjali omadust soojust üle anda kõrgema temperatuuriga piirkonnast madalama temperatuuriga piirkonnale. Mida parem on metalli soojusjuhtivus, seda kiiremini ja ühtlasemalt ta kuumutamisel soojeneb ja kiiremini jahtub.. Parimad soojusjuhid on hõbe, vask, alumiinium. Kõikide metallide soojusjuhtivus väheneb temperatuuri tõusmisel ja suureneb temperatuuri langemisel.

Soojusmahtuvus

Metalli võimet neelata soojust nimetatakse soojusmahtuvuseks. Erisoojusmahtuvust iseloomustatakse soojushulgaga, mida on vaja 1kg metalli temperatuuri tõstmiseks 1°C võrra. Metallidel ja nende sulamitel on teiste ainetega võrreldes väike soojusmahtuvus, mistõttu nende kuumutamiseks kulub vähe soojust.

Elektrijuhtivus

Elektrijuhtivuseks nimetatakse metallide võimet juhtida elektrivoolu. Metallide elektrijuhtivus on erinev, parimad juhid on need metallid, mis osutavad elektrivoolule väikest takistust. Eritakistus – on 1mm^2 ristlõikepindalaga ja 1m pikkuse juhtme takistus oomides. Paremad elektrijuhid on vask ja alumiinium. Metallide elektrijuhtivus väheneb temperatuuri tõusuga ja suureneb temperatuuri langemisel. Elektritakistus läheneb nullile kui metalle jahutada temperatuurini, mis läheneb absoluutsele nullile. Head soojusjuhid on ka head elektrijuhid ja vastupidi.

Magneetuvus

Ainult mõnedel metallidel on märgatavad magnetilised omadused, st. nad magnetiseeruvad kergesti ja hiljem käituvad nagu magnetid. Sellised omadused on raual ja peaaegu kõikidel tema sulamitel.

Mehaanilised omadused

Tugevuseks nimetatakse materjali omadust vastu panna pidevalt mõjutavale jõule. Olenevalt deformeeriva jõu suunast võime liigitada järgmisi tugevusi: tõmbe-, surve-, painde-, väände- ja nihketugevus.

Elastsuseks nimetatakse metallide omadust muuta oma kuju ja mõõtmeid välisjõudude toimet ja peale jõudude lakkamist need taastada.

Plastsuseks nimetatakse metallide omadust purunemata muuta oma kuju mõjuvate jõudude toimet ja säilitada seda muutunud kuju peale jõudude mõju lakkamist.

Kõvaduseks nimetatakse metallide omadust osutada vastupanu välise, kõvema keha sissetungile. Kõvadusest sõltub, milliseid detaile või instrumente sellest saab valmistada. Mõjutab ka metalli töödeldavust. Kõvadust mõõdetakse surudes teimikehasse karastatud teraskuuli või teemantkoonuse või teemantpüramiidi tippu. Kõvaduse üle otsustatakse jäetud jälje põhjal.

Löögisitkus nimetatakse metallide omadust osutada vastupanu löökkkoormustele. Löögisitkuse teimimine toimub Charpy pendlil. Pendel tõstetakse teatud kõrgusele ja lastakse vabalt langeda teimikehale.

Terased

Teraseks nimetatakse raua ja süsiniku sulamit milles on süsiniku 0,08 - 2,14% . Lisaks süsinikule sisaldab teras ka teisi keemilisi elemente (räni, väävlit, fosforit).

Keemilise koostise järgi liigitatakse teraseid:

- 1. süsinikterased**
- 2. legeerterased**

Kasutusotstarbe järgi liigitatakse teraseid:

- 1. tööriistaterased**
- 2. konstruktsiooniterased**

Teraseid iseloomustavad näitajad on: karastuvus, töödeldavus, keevitavus, tugevus, .

Legeeritud terased

Legeeritud terasteks nim niisugust teraseid, milledesse on lisatud legeerivaid elemente (kroomi, niklit, mangaani jne.). Eristatakse madalalt legeeritud (lisandeid kuni 3%) , keskmiselt legeeritud (lisandeid 3...5%) ja kõrgelt legeeritud (lisandeid üle 5,5%) teraseid.

Legeerivate elementide mõju terase omadustele:

1. **Cr** – kroom – suurendab terase tugevust läbikarastatavust ja korrosioonikindlust.
2. **Ni** – nikkel – suurendab terase sitkust tugevust ja korrosioonikindlust.
3. **Co** – koobalt – suurendab materjali magnetilisi omadusi terase tugevust ning muudab terase peenestruktuurilisust
4. **Mo** – molübdeen – suurendab terase kõvadust ja kulumiskindlust, soodustab peenema struktuuri tekkimist
5. **Mn** – mangaan – suurendab elastsust kulumiskindlust ja kõvadust
6. **Si** – räni - parandab terase voolavust, suurendab vastupanu keemilistele reaktiividele, suurendab elastsust
7. **W** – volfram – suurendab terase kuumuskindlust ja kõvadust
8. **Ti** – titaan – suurendab tugevust ja kuumuskindlust
9. **Al** – alumiinium - suurendab kuumuskindlust vähendab tagiteket ja suurendab korrosioonikindlust.

Legeeritud vedruterased. Nendele terastele lisatakse mangaani, kroomi ja vanaadiumi. Vedrude juures on oluline elastsus ja tugevus.

Legeeritud tööriistaterased. Nendele terastele lisatakse kroomi, volframi, vanaadiumi, molübdeeni, räni, mangaani. Legeeritud tööriistaterased ei ole keevitatavad.

Kiirlõiketeras on kõrgelt legeeritud tööriistateras. Põhiliseks legeerivaks elemendiks on volfram. Suurendab kiirlõiketerase kuumustugevust 500 ...600°C juures. Volfram moodustab süsinikuga karbiide, mis on väga kõvad.

Korrosioonikindlad terased on vastupidavad keemilisele ja elektrokeemilisele korrosioonile. Need terased sisaldavad vähe süsinikku. Korrosioonikindlate terastes on põhiliseks legeerivaks elemendiks kroom. Veel lisatakse korrosioonikindluse tõstmiseks terastesse niklit, titaani, mangaani.

Kuumustugevad ja kuumuspüsivad terased. Kuumustugevus on vastupidavus koormustele kõrgel temperatuuril. Kuumustugevad terased, mis töötavad temperatuuril 350°C - 500°C sisaldavad kroomi, molübdeeni, volframi, alumiiniumi ja

titaani. Kuumuspüsivad terased on need, millede struktuur ja koostis kõrge temperatuuri juures ei muutu. Sisepõlemismootorite hülsid, vedrud, puksid, tõukurid, pihustite nõelad ja teised keeruka kujuga kuumust taluvad detailid valmistatakse terastes, mis sisaldavad kroomi, molübdeeni, alumiiniumi, vanaadiumi.

Malmid

Malmiks nimetatakse raua ja süsiniku sulamit milles on süsinikku 2,14 - 6,7%. Süsinik on malmis keemilise ühendina moodustades rauaga tsementiite või vabas olekus grafiidina.

Sõltuvalt süsiniku olekust jaotatakse malmid järgmiselt:

Valgemalm – selles malmis on kogu süsinik rauaga seotud tsementiidi kujul. Valgemalm on väga habras ja kõva ega ole lõiketöödeldav. Sellest malmist toodetakse temperalmi. Diiselmootorite hülsside sisepind muudetakse valgemalmiks, et suurendada nende kulumiskindlust.

Hallmalm – selles malmis esineb süsinik grafiidina lehe või lille kujuliselt. Hallmalmist valmistatakse detaile valamise teel. Hallmalmi ei saa se pistada. Keevitada saab aga halvasti. Lõiketöötlemisel tekib palju metallitolmu.

Kõrgtugevmalm – Kui hallmalmile lisada alumiiniumi või magneesiumi, siis tekivad kristalliseerumise tsentrid ning grafiit omab keeruka kuju. Niisugusel malmil on suur tugevus. Kõrgtugevast malmist võib valada vāntvõlle, nukkvõlle, hammasrattaid jne.

Tempermalm – kui valgest malmist valandeid kuumutada, siis valges malmis olev süsinik muutub perajaks grafiidiks. Kui kuumutamine toimub liiva sees, siis temperalmi murdepind on valge. Kui aga pannakse musta rauaoksiidipurusse, siis saadakse must murdepind. Tempermalmist valmistatakse sanitaartehnikas kasutatavaid ühendus detaile, mootoriplokke jne.

Alumiinium ja selle sulamid

Alumiinium

Alumiinium **Al**

tihedus – 2,7 g/cm

sulamistemperatuur - 660°C

Alumiinium on enamlevinumaid elemente maakoores, kuid olles väga aktiivne hapniku suhtes, esineb ta looduses ühendena. Põhiliselt saadakse alumiiniumi mineraalist – boksiidist $\text{Na}_2(\text{K}_2)\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$.

Alumiinium on väga aktiivne hapniku suhtes ja metalli värske pind oksüdeerub kiiresti. Moodustub ainult mõne aatomkihi paksune tihe oksiidikiht, mis kaitseb pinda edaspidise korrosiooni eest. Alumiiniumi korrosioonikindlust saab tõsta anodeerimisega, mille eesmärgiks on paksema oksiidikihi aga ka kõva pinna saamine. Alumiiniumil on rida niisuguseid omadusi (näit. hea korrosioonikindlus, väike tihedus), mis teevad ta äärmiselt kasulikuks tehnomaterjaliks. Alumiinium on väga plastne ja vormitav paljude moodustega. Alumiiniumi hea elektrijuhtivus (60% puhta vase elektrijuhtivusest) võimaldab tema kasutamist paljudes elektrotehnika valdkondades. Elektrijuhtmeina kasutatav tehniline alumiinium sisaldab kuni 0,5% rauda, olles tegelikult alumiiniumrauasulam. Kõrge puhtusastmega alumiinium (99,5% Al ja enam) on väikese tugevusega ja teda kasutatakse peamiselt keemia- ja toiduainetetööstuses mahutite ja torustike valmistamiseks..

Alumiiniumisulamid

Kuna puhas alumiinium on plastne ja mitte eriti kõva siis masinaehituses kasutatakse peamiselt alumiiniumisulameid. Sulamite saamiseks lisatakse alumiiniumile kas vaske, magneesiumi, räni, tsinki, niklit või mangaani

Alumiiniumisulamid jagunevad:

1. deformeeritavad (survetöödeldavad) sulamid
2. valusulamid

Deformeeritavate alumiiniumisulamite hulka kuuluvad eelkõige Al-Mn-, Al-Mg-, Al-Cu-Mg- ja Al-Mg-Si-sulamid. Deformeeritavatest sulamitest tuntuim on **duralumiinium** (Al-Cu-Mg-sulam), Neid sulameid kasutatakse pleki, erinevate valtsprofiilide, transpordivahendite konstruktsiooniosade, kõrgtugevate lennukikonstruktsioonide tootmiseks jne.

Alumiiniumi valusulamite tüüpilised esindajad on Al-Si-sulamid – **silumiinid**. Silumiinidel on head valuomadused, nad on ka sitked ja korrosioonikindlad. Valusulamitest valmistatakse mootoriplokke, kolbe, mehhanismide ja reduktorite korpuseid jne.

Vask ja vasesulamid

Vask

Vask **Cu**

tihedus – 8,94g/cm

sulamistemperatuur - 1083°C

Vask on üks vanimaid inimkonnale teadaolevaid metalle, mis sulamina (pronksina) on olnud kasutusel enam kui 5000 aastat. Tänapäeval toodetakse väga palju erinevaid vasesulameid, kuid metalli kõrgest hinnast tingituna on need paljudel juhtudel asendumas odavamate materjalidega nagu alumiinium või plastid.

Vaske toodetakse kompleksmaagist mis koosneb vask- ja raudsulfiidist. Sulatuse teel saadakse **toorvaske**, mis sisaldab 98,5...99,5% Cu ja lisandena rauda, väävlit, hapnikku jt. Toorvask rafineeritakse elektrolüütiliselt, mille tulemusena saadakse puhas **elektrolüütiline vask e. katoodvask** vasesisaldusega 99,2...99,7%.

Vask on väga hea soojus- ja elektrijuht. Lõõmutatud vase elektrijuhtivus temperatuuril 20°C on võetud elektrijuhtivuse standardväärtuseks ja võrdub 100%- ga IACS järgi (International Annealed Copper Standard). Puhta vase kasutusalaadeks elektrotehnikas on igasugused elektrimähised ja -juhtmed, arhitektuuris pindade katmine, toiduainete- ja keemiatööstuses mitmesuguste nõude ja mahutite valmistamine, soojusvahetid, torud jm.

Vasesulamid

Vaske legeritakse mitmesuguste elementidega, saades erisulameid, millistest peamised on:

1. vasetsingisulamid - **messingid ehk valgevased**
2. vase sulamid ülejäänud metallidega (Sn, Pb, Be, Al jne.) peale tsingi ja nikli ehk **pronksid**,
3. vaseniklisulamid. – **melhior ja konstantaan**
4. vaseniklitsingisulamid - **uushõbe ehk alpaka**

Messingid

Messingiks e valgevaseks nim vase ja tsingi (kuni 45%) sulamit. Mida suurem on messingis tsingi sisaldus seda hapram ta on. Messingid jaotatakse survega töödeldavaks ja valumessingiks.

Kuni 35% tsingisisaldusega messingid on plastsed ja sobivad külmsurvetöötamiseks. Edasine Zn-sisalduse tõus toob kaasa messingi plastsuse vähenemise. Messingid on reeglina ka valatavad. Messing, mis sisaldab vähem kui 10% tsinki kannab nimetust **tombak**. Tombaku peamiseks kasutajaks on juveelitööstus. Suure plastsusega sulamina on tuntud 30% Zn-sisaldusega messing, nn **hülsimessing** mida kasutatakse padrunikestade ja mürsuhülsside valmistamiseks. Väikestes kogustes Sn ja Al lisamine parandab messingi korrosioonikindlust merevees, Pb lisamine parandab aga lõiketöödeldavust. Tuntumad hea survetöödeldavusega messingid sisaldavad 10...20% Zn, hästi lõiketöödeldav ja automaadimessingina tuntud sulam sisaldab aga ca 40% Zn ja 1...2% Pb.

Pronksid

Pronksid on vase sulamid ülejäänud metallidega peale tsingi ja nikli. Põhilisandi järgi eristatakse tinapronkse, alumiiniumpronkse, ränipronkse, berülliumpronkse jt.

Tinapronksid Sn-sisaldus ei ületa 20%, Tinapronksid jagunevad kahte rühma: deformeeritavad (tina kuni 5%) ja valatavad (tina üle 5%). Tinapronkse kasutatakse liuglaagrite, vedrude, müntide ja dekoratiivse pronkspleki valmistamiseks. Fosforit sisaldavaid suurema tugevusega tinapronkse nimetatakse ka **fosforpronksideks**.

Alumiiniumpronksid omadused on analoogsed tinapronkside omadega. Need sulamid on hea külmsurvetöödeldavusega Alumiiniumpronkside peamiseks omadusteks on suurepärane korrosioonikindlus, sealhulgas ka merelistes tingimustes. Neid kasutatakse pleki, soojusvahetite torustiku jms. valmistamiseks. Alumiiniumpronkse Al-sisaldusega ca 10% kasutatakse laeva sõukruvide, klappide, pumpade jms. merelistes tingimustes töötavate seadmete või nende osade valmistamiseks.

Ränipronksid. Tehnikas kasutatavad ränipronksid sisaldavad tavaliselt 3% Si ja kuni 1% Mn. Ränipronksid on hästi survetöödeldavad nii külmalt kui ka kuumalt. Ränipronkside omadused on ligilähedased tinapronksidele, ent nad on odavamad, mistõttu neid kasutatakse sageli tinapronkside asemel.

Berülliumpronksid on suurima tugevusega vasesulamid. Sulamid on termotöödeldavad (karastatavad ja vanandatavad). Enim kasutatav berülliumpronks sisaldab 2% Be. Berülliumpronksi kasutatakse vedrude, membraanide, sädet mitte andvate tööriistade jm. valmistamiseks.

Vaseniklisulamid

Vaseniklisulamid on tugevad ja plastsed ning suurepärase korrosioonikindlusega ja heade elektriliste omadustega. Korrosioonikindlad vaseniklisulamid mis sisaldavad ca 30% Ni ja vähesel määral Fe ning Mn on väga püsivad merevees

Melhior on vase ja nikli (kuni 30%) sulam, mis sisaldab 1% piires mangaani ja 0,8% rauda. Väliselt sarnaneb hõbedaga. Melhioril on suur korrosioonikindlus. Sellest valmistatakse soojusvahetite detaile, nõusid, münste, arstiriistu, ehteid jne.

Konstantaan on vaseniklisulam (55% Cu, 45% Ni) mille joonpaisumistegur on nullilähedane, samas elektrieritakistus aga maksimaalne. Väga väike joonpaisumistegur peaegu ei muutu kuni temperatuurini 500 °C. Konstantaani kasutatakse elektri- ja täppisseadmes, kus esinevad suured temperatuurikõikumised.

.

Vaseniklitsingisulamid

.

Uushõbe e. alpaka on hõbedase värvusega sulam mis koosneb 45-75% Cu, 10-20% Ni ja 20-35% Zn. Uushõbe on väga plastne sulam ja ei korrodeeru õhus. Uushõbeda põhiline kasutusvaldkond on juveelitööstus.

Metallide lõikamine

Metalli lõikamiseks kasutatakse järgmisi tööriistu.

1. lõiketangid
2. metallisaag
3. plekikäärid
4. kangkäärid e. giljotiin
5. ketaslõikur
6. el.plekikäärid ja nakerdaja
7. gaasilõikus
8. plasmalõikus

Lõiketangid

Lõiketange kasutatakse traadi lõikamiseks. Lõiketangid jagunevad külglõiketangideks ja otslõiketangideks.



Külglõiketangid



Otslõiketangid

Metallisaag

Metallisaag on ette nähtud paksu lattu-, ümar- ja profiilmetalli lõikamiseks. Saeleht kujutab endast kitsast terasriba mille ühele servale on lõigatud hambad. Saelehtede valmistamiseks kasutatakse kõva tööriista- või legeerterasest aga ka nn. bimetalli. Tööriista- ja legeerterasest valmistatud saelehed on haprad ja purunevad kergesti. Bimetallist saeleht valmistatakse kahest kokkukeevitatud erinevast teraseribast. Laiem riba valmistatakse sitkest terasest ja kitsam riba (kuhu lõigatakse hambad) kõvast terasest. Selline saeleht kannatab painutamist ja kõvast terasest hammasteosa tagab korralikud lõikeomadused. Saeleht kinnitatakse raami hambaotstega ettepoole.



Metallisaag

Plekikäärid

Plekikääre kasutatakse kuni 1mm paksuse teraspleki ja kuni 1,5mm paksuse värvilisest metallist pleki lõikamiseks. Kääridega saab teha niisirgeid kui kõverjoonelisi lõikeid.



Plekikäärid

Kangkäärid

Kangkääridega lõigatakse kuni 4mm paksust lehtterast ja kuni 6mm paksust alumiiniumi ja messingit. Enne tööleasumist tuleb alati kindlaks teha kui paksu materjali lõikamiseks on kangkäärid ette nähtud.



Kangkäärid

Ketaslõikur e. nurklihvija

Ketaslõikur on universaalne tööriist mis võimaldab peale erinevate materjalide lõikamise ka materjale lihvida ning puhastada. Nende tööde tegemiseks toodetakse mitmeid erinevaid lõike-, lihvi- ja puhastuskettaid ning terasharju.



Ketaslõikur

Elektrilised plekikäärid ja nakerdaja

Plekikääre kasutatakse õhukese lehtmaterjali lõikamiseks. Lõigata võib nii värvilist (vask, messing, alumiinium jne) kui ka terasplekki. Elektrilised plekikäärid võimaldavad teha nii sirgeid kui kõverjoonelisi lõikeid. Lõikamisel tuleb kinni pidada tööriista juhendis antud lõigatava materjali paksusest. Paksema materjali lõikamine võib põhjustada terade purunemist.



Plekikäärid



Nakerdaja

Metalliliited

Metalliliited jagunevad:

- 1. lahtivõetamatud liited**
- 2. lahtivõetavad liited**

Lahtivõetamatud liited jagunevad:

- 1. keevisliited**
- 2. jooteliited**
- 3. neetliited**
- 4. valtsliited**
- 5. liimliited**

Lahtivõetavad liited jagunevad:

- 1. keermesliited**
 - a. poltliide**
 - b. tikkpoltliide**
 - c. toruliide**
 - d. kruviliide**
- 2. kiilliide**
- 3. liistliide**
4. tihvtliide
5. nuutliide

Lahtivõetamatud liited

Keevisliide

Keevisliide saadakse metalli keevitamisel. Keevitamiseks nimetatakse metalldetailide ühendamist nende kokkupuutekoha kohaliku kuumutamise teel kuni sula olekuni (sulatuskeevitus) või plastilise olekuni koos mehaanilise jõu rakendamisega (survekeevitus).

Peamised keevisliidete liigid on:

- 1. põkkliide**
- 2. ülekatteliide**
- 3. nurkliide**
- 4. vastakliide**

Jooteliide

Joodis on metall või sulam, millega täidetakse ühendatavate pindade vaheline pilu ja moodustatakse sel viisil monoliitne jooteõmblus. Jootmise eelis võrreldes keevitamisega on liidetavate metallide väiksem kuumutamine, mistõttu nendes ei toimu struktuurimuutusi

Jooteliide saadakse jootmisprotsessi tulemusena. Jootmine on metalldetailide (harvemini keraamiliste või klaasist detailide) liitmine erisulami – joodisega. Joodis sulatatakse ja täidetakse sellega liidetavate detailide vaheline pilu. Mida väiksem on ühendatavate detailide vaheline vahe, seda paremini tungib joodis sinna vahesse. Sulas olekus märgab joodis hästi ühendatavaid detaile, tardudes aga ühendab nad kindlalt. Põhimetalli ja joodise vahelise tugeva liite aamiseks on vajalik, et vedel joodis hästi märgaks põhimetalli ja tagaks hea külgekleepuvuse. Joodise tugev liitmine metalliga on võimalik ainult sel juhul, kui joodetavate metallide pinnad hästi puhastada rasvast, õlist, värvist ja oksiididest kasutades selleks terasharja või keemilisi abivahendeid (räbusteid). Räbustitel on võime puhastada jootekoht oksiididest ja soodustada sulajoodise valgumist joodetavate detailide vahelisse lõtku. Räbustitena kasutatakse soolade segusi, samuti mitmesuguste soolade hapete ja orgaaniliste ühendite lahusteid või pastasid.

Joodiste sulamistemperatuur on liidetavate metallide sulamistemperatuurist madalam. Seepärast põhimetall ei sula vaid kuumeneb tühisel määral. See eelis võimaldab saada kvaliteetseid liiteid mitte ainult samast metallist detailide, vaid ka erinevatest metallidest ja sulamitest valmistatud detailide vahel.

Jootemeetodid jagunevad olenevalt temperatuurist kahte põhiliiki:

- 1. jootmine pehmejoodistega (temperatuuril kuni 450`C)**
- 2. jootmine kõvajoodistega (temperatuuril üle 450`C).**

Õigesti korraldatud jooteoperatsioonid võimaldavad saada tugevaid, esteetilise älimusega

jooteliiteid ilma täiendava mehaanilise töötlemiseta. Pehmejoodiseid kasutatakse toodete jootmisel, mida ei tohi tugevasti kuumutada ning kus liidetele ei mõju suured jõud. Kõvajoodiseid kasutatakse nendel juhtudel kui liidetelt nõutakse suurt tugevust

Metallide jootmine

Jootmisel põhimetall ei sula vaid kuumeneb joodise sulamistemperatuurini. Soojusallikana kasutatakse, olenevalt võimalustest ja vajadusest jootmisel gaasileeki, samuti elektrilist ja induktsioonkuumutamist ning jootekolbe. Metalle võib joota ka sulajoodisesse kastes. Jootekolb valmistatakse puhtast vasest. Pehmejoodisega jootmisel sulatatakse joodis harilikult jootekolvi abil. Enne jootmist puhastatakse ühendatavad detailid hoolikalt tagist, rasvast, oksiididest ja muust mustusest. Rübusteid kasutatakse puhastatud pindade kaitsmiseks oksüdeerumise eest kuumutamisel ja jootmisel, samuti märgamise parandamiseks. Tsingi ja tsingitud terase jootmisel kasutatakse rübustina soolhapet, terase jootmisel pehmejoodistega tsinkkloriidi, vase jootmisel kampolit, terase ja vase jootmisel kõvajoodistega booraksit või naatriumboraati jne. Pulberrübusteid puistatakse puhastatud servadele õhukese kihina. Pulberrübustit puistatakse ka jootevarda otsale (kui see ei sisalda seda). Pastad ja vedelad lahused kantakse ühendavate detailide pinnale pintsliga või kastetakse joodis nendesse. Liidetavate pindade vaheline pilu peab olema minimaalne.

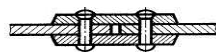
Jootmisel kuumutatakse liitekoht joodise sulamistemperatuurini, joodis viiakse liitekohta ja sulatatakse. Harilikult kasutatakse jootmisel neutraalset gaasileeki, vasktsink joodisega jootmisel soovitatakse kasutada hapnikurikast gaasileeki. Ühtlase soojenemise agamiseks

tehakse põletiga piki õmblust ringikujulisi liigutusi. Pärast seda, kui eelnevalt liiteservadele kantud rübusti on sulanud ja täitnud vahed, toode aga kuumenenud vajaliku temperatuurini, alustatakse joodise viimist jootekohta. Et praod täituksid joodisega täielikult, kuumutatakse jootekohta põletiga veel veidi aega peale seda kui joodise pealeandmine on lõpetatud. Pärast jootmise lõpetamist peab jootekoht aeglaselt maha jahtuma. Rübusti jääkide eemaldamiseks tuleb detailid pesta. Eemaldamata rübusti jäägid põhjustavad metallide korrosiooni

Neetliide

Neetmiseks nimetatakse kahe või enama detaili ühendamist neetide abil. Neetliiteid kasutatakse masinaehituses, lennukitööstuses, tööriistade tootmisel, vihmaveesüsteemide montaažil jne.

Neediks nimetatakse kinnitusdetaili mis koosneb silindrilisest metallvarvast ja ühes otsas olevast peast. Needid erinevad üksteisest pea kuju ja varva läbimõõdu poolest. Pleki neetimiseks kasutatakse peamiselt **tõmbeneete**. Tõmbeneet on toruneet millesse on paigaldatud spetsiaalne tõmbetihvt mille abil jämendatakse needi alaosa. Tõmbeneedi kinnitamiseks kasutatakse **needitange**.



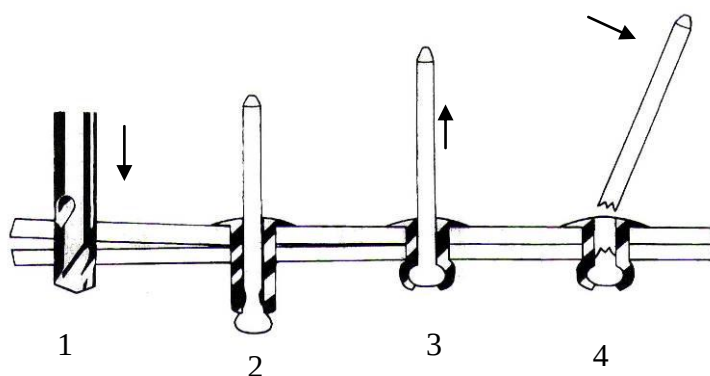
Neetliide



Needitangid

Tõmbeneedi paigaldamise tööjärjekord:

1. Fikseeri kokkuneeditavad detailid üksteise suhtes
2. Puuri needile sobiv ava (needi $\varnothing + 0,1 \text{ mm}$) (1)
3. Paigalda neet avasse (2)
4. Haara needitangidega needi tihvtist ja pigista tangid kokku.
Seejuures needi alaosa jämeneb ja pressitakse vastu needitavat materjali (3)
5. Kui neet on vajalikul määral kokku tõmmatud lõikavad needirtangid tihvti läbi ja neetliide on valmis (4)



Tööjärjekord tõmbeneediga neetimisel



Tõmbeneet

Harilikest neetidest kasutatakse kõige enam **ümarpeaneete**. Ümarpeaneedi puhul arvutatakse needivarva pikkus järgmise valemi abil.

$$l = b + (1,2...1,5)d$$

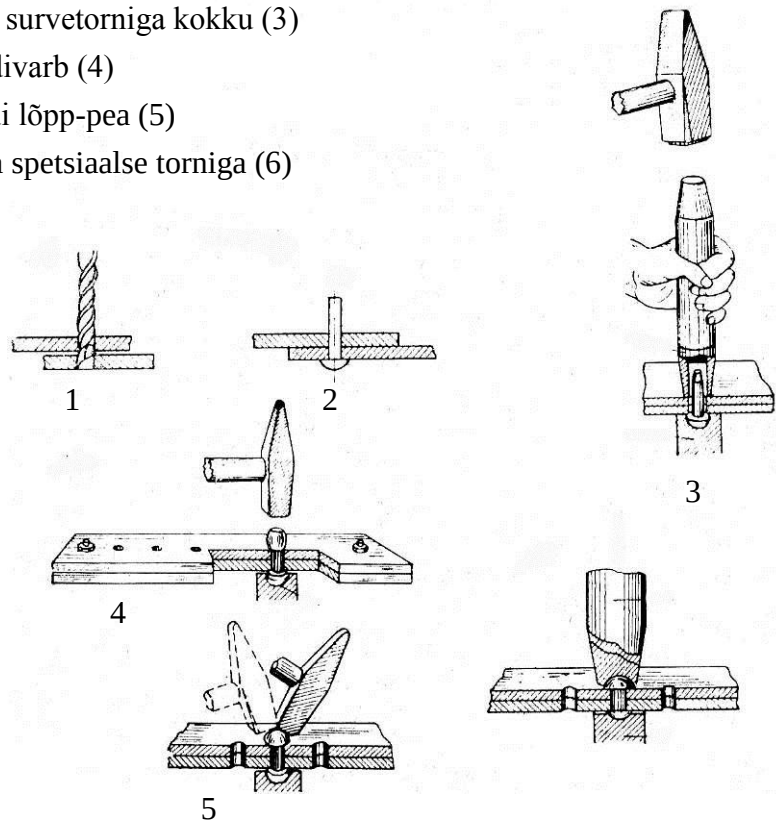
l – needivarva pikkus

b – kokkuneeditavate detailide kogupaksus

d – needivarva läbimõõt

Tööjärjekord neetimisel:

1. Fikseeri kokkuneeditavad detailid üksteise suhtes
2. Puuri needile sobiv ava (needi $\varnothing + 0,1...0,2$ mm) (1)
3. Paigalda neet avasse (2)
4. Toeta neet koos needitavate detailidega needitoele (3)
5. Löö needitavad detailid survetorniga kokku (3)
6. Jämenda haamriga needivarb (4)
7. Kujunda haamriga needi lõpp-pea (5)
8. Kujunda needi lõpp-pea spetsiaalse torniga (6)

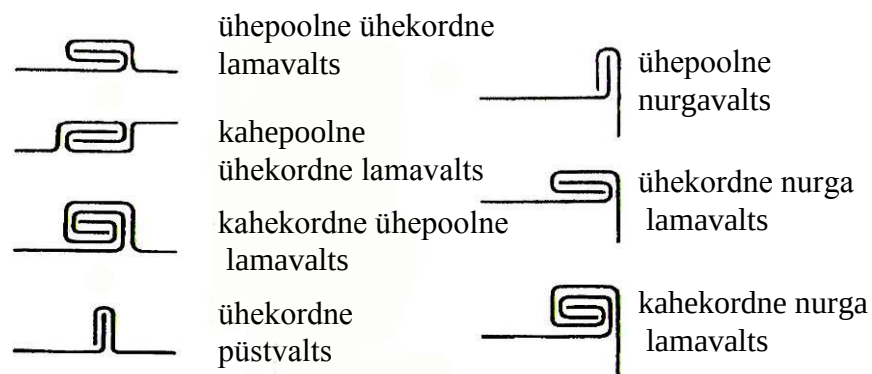


Tööjärjekord neetimisel

Väikese läbimõõduga (kuni 12 mm) terasneedid ja värvilistest metallidest needid needitakse külvalt. Terasneedid varva läbimõõduga üle 12 mm needitakse kuumutatult. Needi ettekuumutamine kergendab pea kujundamist ja parandab liite kvaliteeti .

Valtsliide

Valtsliidet kasutatakse õhukese lehtmetsi (pleki) ühendamisel. Valtsimist kasutatakse ventilatsiooni- ja vihmaveetorude, katuste jne. valmistamisel. Ehituselt jagunevad valtsid ühe-ja kahekordseteks ning nurgavaltsideks, kujult aga lama ja püstvaltsideks.



Liimliide

Liimliidete valmistamisel kasutatakse tavaliselt kontaktliime. Liimi kasutusjuhend on pakendil.

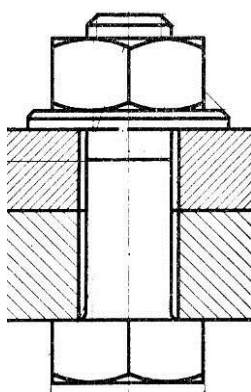
Lahtivõetavad liited

Keermesliide

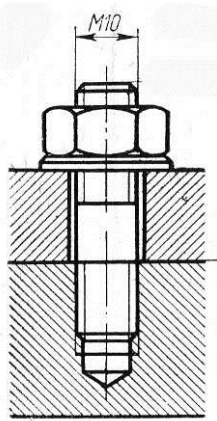
Keermesliited jagunevad:

- a. poltliide
- b. tikkpoltliide
- c. kruviliide
- d. toruliide

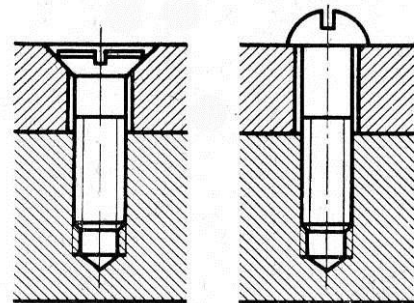
Poltliide moodustatakse poldi, mutri ja seibi abil. Tikkpoltliide moodustatakse tikkpoldi, mutri ja seibi abil. Kruviliite puhul keeratakse kruvi detaili keermestatud avasse.



Poltliide



Tikkpoltliide



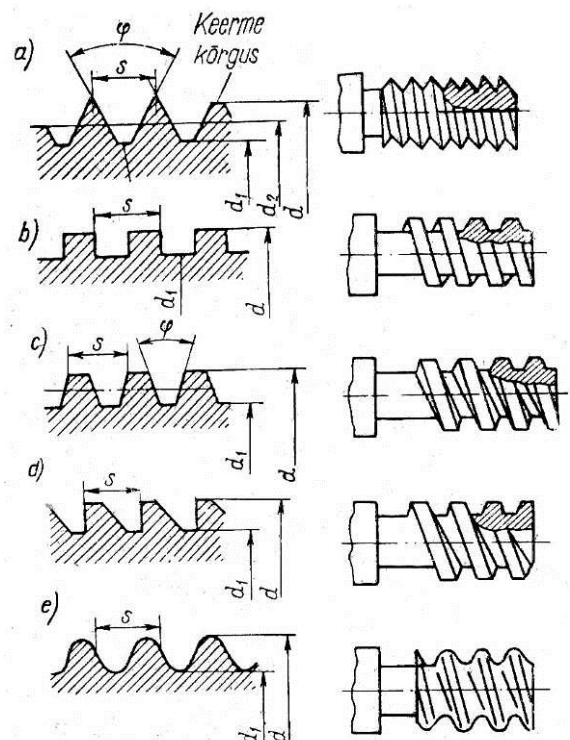
Kruviliited

Keermed

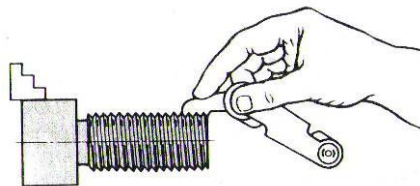
Keere on silindrilisse või koonilisse detaili lõigatud kindla profiiliga kruvijoone. Keermed võivad olla nii **parem- kui vasakpoolsed**.

Keermete profiilid:

- a- kolmnurkkeere; b-ruutkeere; c -trapetskeere;
- d- tugikeere; e- ümarkeere
- s - keermesamm
- d_1 - keermes siseläbimõõt
- d - keermes välisläbimõõt
- φ – profiilinurk



Keermesamm on kahe kõrvutiasetseva keermeniidi samade punktide vaheline kaugus. Kolmnurkkeerme sammu mõõdetakse **keermekammiga**



Keermesammu mõõtmine keermekammiga

Keermete kasutamine

Kasutusotstarbelt võib keerved jagada kahte suurde gruppi: **kinnituskeerved** ja **käigukeerved**.

Kinnituskeermetena kasutatakse kolmurkkeermeid mille tipunurk on 60° - **meeterkeerved** või 55° - **tollkeerved**. Meeterkeermete puhul antakse kõik keeme mõõdud millimeetrites ja tollkeeme puhul tollides. Meeterkeeme tähiseks on M mis kirjutatakse keeme nimimõõtme ette näit. M10. Peenkeermete puhul lisatakse juurde keermesamm näit. M10 x 1. Tollkeeme tähiseks on keeme välisläbimõõt tollides näit. $3/4"$. Vedeliku- ja gaasitorude ja nende ühendusdetailide keermestamisel kasutatakse silindrilist torukeeret. Torukeeme samm ja profiili kõrgus on väiksemad kui tollkeermel. Tipunurk on ikka 55° . Torukeeme tähiseks on G millele lisatakse toru siseläbimõõt tollides näit. $G \frac{3}{4}$. Kinnituskeermetena kasutatakse mõnel juhul (sanitaartechnilised seadmed, duššisegistid, elektripirmid jne.) ka **ümarkeermeid**. Ümarkeermega ühendatud detailid on kergesti lahtivõetavad ka pärast pikaajalist seismist. See ongi ümarkeeme kasutamise peamiseks põhjuseks.

Käigukeermeid kasutatakse liikumise ülekandmiseks, nad kindlustavad mutrile piki telge edasi-tagasi liikumise. Neid kasutatakse paljudes tööpinkides, tõstukites kruvitungraudades, pressides jne. Käigukeermetena kasutatakse **trapets-, tugi- ja ruutkeeret**.

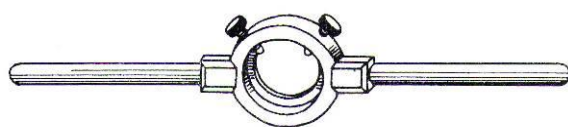
Keermestamine.

Keeme tekitamist nimetatakse keermestamiseks. Keermeid jaotatakse ka asukoha järgi: väliskeermeks ja sisekeermeks. **Väliskeere** on lõigatud detaili (poldi, toru jne.) peale aga **sisekeere** detaili (mutri, muhvi) sisse. Igasugust väliskeeret võib lõigata **treipingis spetsiaalse keermeteraga**. Lisaks treiteraga lõikamisele saab kolmnurkkeeret lõigata **keermelõikuriga** või rullida **keermerullidega**. Keermelõikuriga saab keeret lõigata treipingi padrunisse kinnitatud detailile aga ka käsitsi kruustangide vahele kinnitatud detailile. Keermelõikur kujutab endast karastatud terasest mutrit, mille keere on läbi lõigatud pikisoontega. Soonte ülesandeks on lõikeservade moodustamine ja laastu väljajuhtimine. Keermelõikur paigaldatakse raami sisse ja fikseeritakse kruvidega

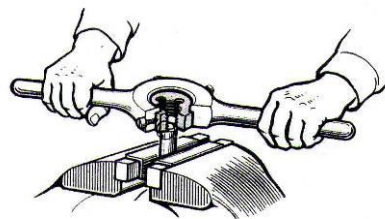


Keermelõikur

Keermelõikurile on peale kantud keeme tüüp ja mõõt, peenkeermetel ka keermesamm.



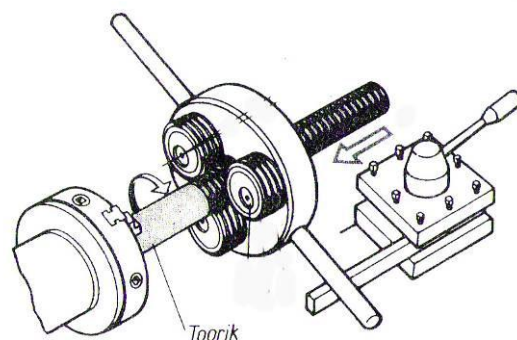
Keermelõikuri raam



Keeme lõikamine keermelõikuriga

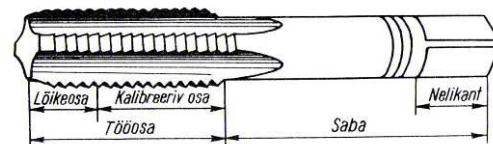
Keeme rullimine seisneb tooriku materjali plastses deformeerimises, mille tulemusena kujuneb keere. Keeme soont ei lõigata vaid surutakse metalli sisse. Rullimisel on ka järgmised eelised.

1. metalli kiude ei lõigata läbi, need painduvad ja tihenevad. Selle tulemusena saadakse tugev, kulumiskindel keere.
2. hoitakse kokku metalli, sest tooriku läbimõõt on väiksem.

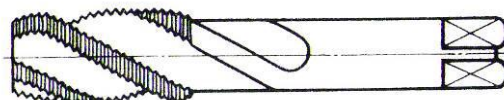


Keeme rullimine

Ka kõiki sisekeermesid võib lõigata treipingis keermeteraga. Kolmnurkkeermete lõikamiseks kasutatakse veel ka **keermepuure**. Keermepuur on kõvast terasest valmistatud ümmargune varb, mille üks ots on keermestatud ja teine ots on tehtud kandiliseks pööra kinnitamiseks. Keermestatud osasse on freesitud pikisooned lõikeservade moodustamiseks ja laastu eemaldamiseks.

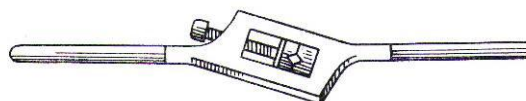


Keermepuur

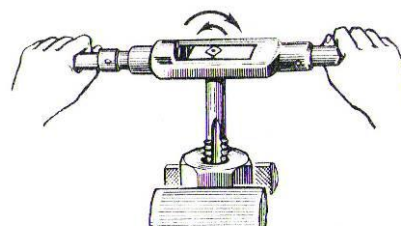


Keerdsoontega keermepuur

Toodetakse nii sirgete kui ka keerdsoontega keermepuure. Keerdsoontega keermepuurid on suurema tootlikkusega kuid kallimad. Nagu keermelõikuriga on ka keermepuuriga võimalik lõigata keeret treipingi padrunisse kinnitatud detailile aga ka käsitsi kruustangide vahele kinnitatud detailile. Keermepuuri pööramiseks kasutatakse pööra. Keermepuurile on peale kantud keeme tüüp ja mõõt, peenkeermetel ka keermesamm.



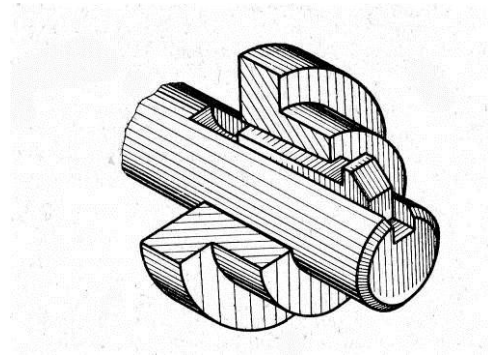
Keermepuuri pöör



Keeme lõikamine keermepuuriga

Kiilliide

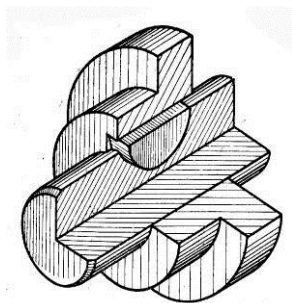
Kiilliite moodustamiseks töödeldakse võllisse süvend (kiilusoon) mille põhi on paralleelne võlli teljega. Võllile kinnitatava detaili (rihma-, keti- või hammasratas) rummu sisse töödeldakse kiilu kaldele vastava põhjaga süvend (kiilusoon). Kiil lüüakse kiilusoontesse ja detailid fikseeruvad kindlalt.



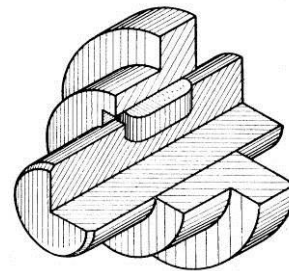
Kiilliide

Liistliide

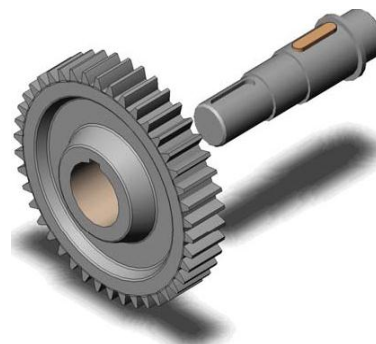
Erinevalt kiilliitest tagab liistliide detailide pingevaba ühenduse. Liistu süvend (liistusoon) töödeldakse nii võlli kui ka võllile kinnitatava rummu sisse. Kasutatakse prismaatilisi ja segmentliiste.



Segmentliistliide



Liistliide



Liistliide

Ülekanded

Ülekanne (masinaehituses) on seade mis võimaldab mehaanilist energiat üle kanda vahemaa taha ning muuta seejuures ülekantavat jõudu või kiirust.

Töömashinate käitamiseks on tarvis energiat. Seda toodavad jõumashinad (erinevad mootorid). Tavaliselt kantakse energia töömashinale üle pöörleva liikumisena (pöörleva võlliga). Kuna töömashina ühendamise otse jõumashina külge pole alati võimalik, siis võetaksegi kasutusele erinevad ülekanded.

Ülekannete kasutamine on vajalik järgmistel juhtudel

1. jõumashina ja töömashina kiiruste erinemisel.
2. vajadus muuta töömashina kiirust samal ajal kui jõumashina kiirus on konstantne (muutumatu).
3. vajadus muuta jõumashina pöörlev liikumine töömashina tööorgani sirgjooneliseks või mõneks muuks liikumiseks.
4. kui ohutuse, mugava hooldamise või mõnel muul kaalutlusel pole võimalik jõumashina ja töömashina võlle vahetult ühendada.

Enamkasutatavad ülekanded on:

1. hammasülekanne
2. rihmülekanne
3. kettülekanne
4. kruviülekanne e. keermesülekanne
5. hõõrdülekanne

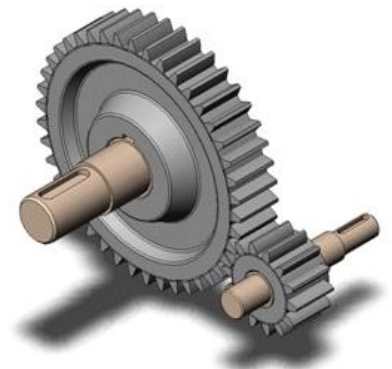
Üheks tähtsamaks ülekannet iseloomustavaks teguriks on ülekandearv. Rihmülekanne ülekandearvu leidmiseks jagatakse veetava rihmaratta läbimõõduga vedava rihmaratta läbimõõduga. Hammas- ja kettülekanne puhul jagatakse veetava ratta hammaste arv vedava ratta hammaste arvuga.

HammasülekanDED

Hammasülekanne koosneb vähemalt kahest hammasrattast või hammasrattast ja hammaslatist. HammasülekanDEga kantakse üle pöörlevat liikumist või muudetakse see kulgevaks liikumiseks. Võimalik on muuta ka kulgev liikumine pöörlevaks liikumiseks. Kui hammasülekanne on paigutatud korpuse sisse nimetatakse seda reduktoriks.

HammasülekanDED jagunevad

1. silinderhammasülekanDED
2. koonushammasülekanDED
3. hüpoidülekanDED
4. hammaslattülekanDED
5. kruvihammasülekanDED e. tiguülekanDED
6. planetaarülekanDED



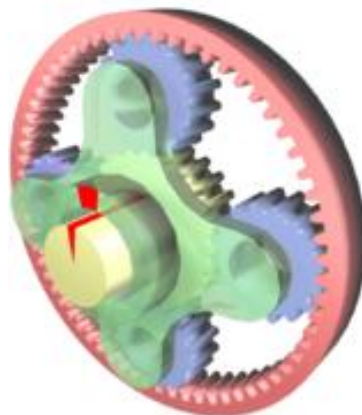
Silinderhammasülekanne



Koonushammasrattasülekanne



Hammaslattülekanne



Planetaarülekanne



Tigureduktor

Hammasülekande eelised:

1. kõrge kasutegur (kuni 98%).
2. väikesed mõõtmed (võrreldes hõõrd- ja rihmülekandega).
3. konstantne (muutumatu) ülekandearv.
4. suur ülekantav võimsus (kümneid tuhandeid kilovatte)
5. võllide ja laagrite väike koormus.

Hammasülekande puudused

1. eriseadmete vajadus hammaste lõikamiseks.
2. võimatu muuta ülekandearvu sujuvalt.
3. valmistamise ebatäpsusest tingitud müra.

Rihmülekanded

Rihmülekanne koosneb kahest või enamast rihmarattast mis on asetatud völliidele ja lõputust rihmast. Rihmülekannet kasutatakse siis kui völliide vahekaugus on suur ja ülekandes ei ole nõutav konstantne ülekandearv (v.a. hammasrihmad).

Rihmülekanded jagunevad:

1. kilrihmülekanne
2. hammasrihmülekanne
3. ümarrihmülekanne
4. lamerihtmülekanne



Kilrihmülekanne

Rihmülekande eelised

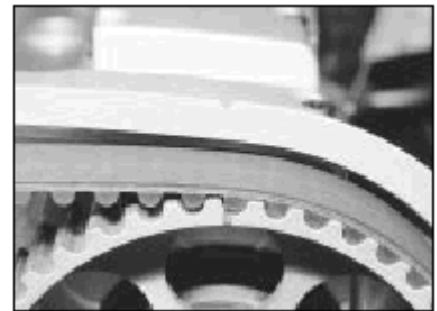
1. võimalus kanda võimsusi üle suurte vahemaade (kuni 15 meetrit)
2. sujuv ja müratutöötlamine
3. lihtne ehitus ja kasutamine
4. võime taluda purunemata suuri väheajalisi ülekoormusi



Ümarrihmülekanne

Rihmülekande puudused

1. suhteliselt suured mõõtmed
2. rihma väike tööiga
3. rihma libisemisest tingitud muutuv ülekandearv
4. rihma pingusest tingitud suured koormused völliidele ja laagritele

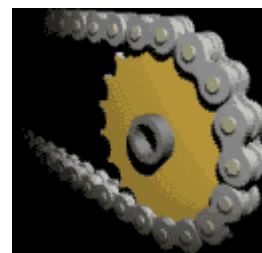


Hammasrihm koos rihmarattaga

Kettülekanne

Kettülekanne koosneb kahest või enamast ketirattast (spetsiaalsest hammasrattast) ja lõputa ketist. Enamasti kasutatakse rullpukskette aga kasutust leiavad ka kujulüli ja hammasketid. Kett võib olla kokku ühendatud ketiluku, neetliite või keevisliitega.

Kettulekannet kasutatakse juhtudel kui pöörlevat liikumist tuleb libisemata üle kanda teineteisest kaugel (kuni 8 meetrit) asetsevate vöölide vahel.



Kettülekanne

Kettulekande eelised rihmulekande ees:

1. väiksemad mõõtmed.
2. vöölide väiksem koormus sest keti eelpingus on väike.
3. suur kasutegur (0,96...0,98%).

Kettulekande puudused:

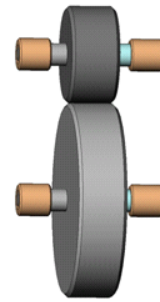
1. keti väljavenimine lülide kulumise tagajärjel.
2. vöölide täpse montaaži vajadus.
3. kettülekanne on rihmulekandest kallim.

Kettulekande kasutamine

Kettulekannet kasutatakse laialdaselt mitmesugustes masinates, metalli- ja puidutöötlemispinkides, keemiatööstuse seadmetes, põllumajandusmasinates, jalgratastel jm. Nad võimaldavad võimsusi üle kanda suures vahemikus (kilovatti murdosast kuni tuhandetekilovattideni). Tavaliselt on kettulekande ülekandearv $i < 10$ ja keti maksimaalne kiirus $v < 25$ m/s.

Hõõrdülekanne

Hõõrdülekanne koosneb vähemalt kahest hõõdrattast mis on kinnitatud völliidele ja surutakse teineteise vastu välisjõuga. Liikumine hõõrdülekandes kantakse üle hõõdrataste vahel tekkiva hõõrdejõu toimele,



Hõõrdülekanne

Hõõrdülekande eelised:

1. lihtne ehitus,
2. sujuv töötamine,
3. ülekoormustel töökehade libisemine, mis avariijuhtudel väldib ülekande purunemise,

Hõõrdülekande puudused:

1. hõõdrataste suur kulumine
2. libisemisest tingitud mittekonstantne ülekandearv
3. suhteliselt madal kasutegur ($\eta=0,8\ldots0,92$)
4. völliide ja laagrite suur koormus,
5. piiratud ülekantav võimsus(kuni 20 kW)

Hõõrsülekandeid kasutatakse:

Hõõrdülekandeid kasutatakse sepiistamis- pressimisseadmetes (hõõrdvasarad ja -pressid), hõõrdajamigavintsides, konveierites ning mujal.

Kruviülekanne e. keermesülekanne

Kruviülekanne kasutatakse pöörliikumise muutmiseks kulgevaks liikumiseks

Keermesülekanne eelisteks on:

1. võimalus kergesti saada aeglasi paigutusi suure võidu juures jõus
2. konstruktsiooni ja valmistustehnoloogia lihtsus,
3. võime taluda suuri koormusi,
4. võimalik saada täpseid paigutusi.

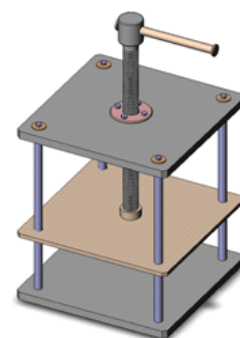


Kruviülekanne

Keermesülekanne puudusteks on:

- suur hõõrdumine, mis tingib ülekanne kiire kulumise ja madala kasuteguri

Keermesülekanne kruvid jagatakse jõukruvideks (tungraud, pressid) ja käigukruvideks (tagavad täpseid paigutusi tööpinkides ja mõõteriistades). Kruvidel on tavaliselt trapetskeere, eriti suurte ühesuunaliste jõudude korral aga tugikeere. Ruutkeeret, milles hõõrdumine on küll väiksem kui trapetskeermes kasutatakse vähem. ,



Jõu- ja ebatäpsete käigukruvide mutrid valmistatakse tervikutena. Täpseid paigutusi nõudvate mehhanismide mutrid tehakse aga koostatavatena või poolitatuina, et vältida valmistamisest või kulumisest tingitud lõtke. Koostatav mutter koosneb liikumatust ja liikuvast osast. Viimast saab piki telge teisaldada ning pärast lõtku kõrvaldamist fikseerida.

Kruviülekanne kasutamine