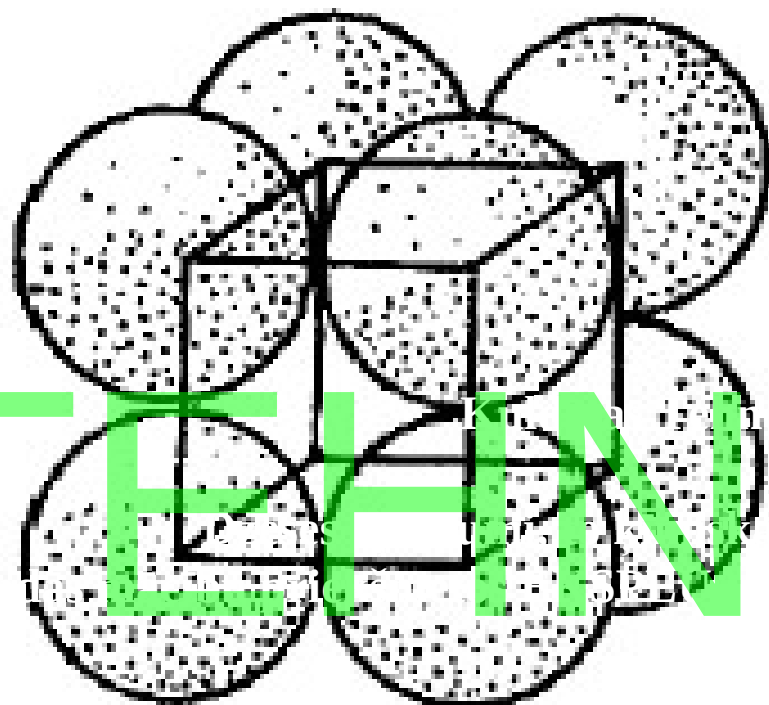


PIKC

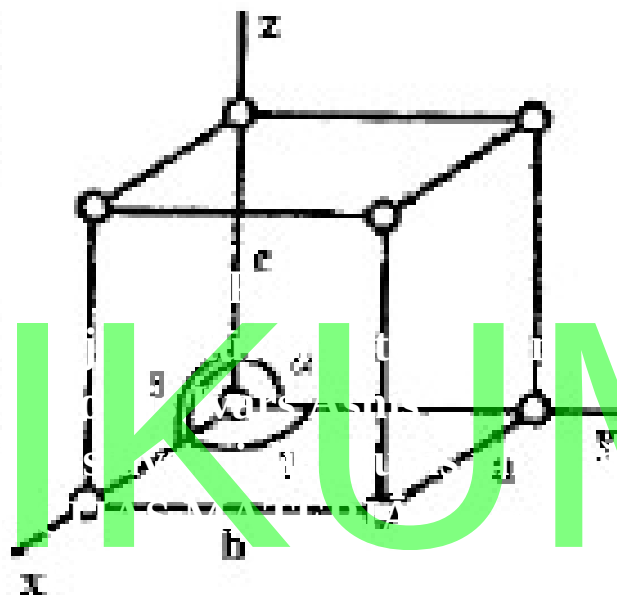
Kuldīgas Tehnoloģiju un tūrisma tehnikums  
skolotājs Ivars Asnis

# Metālmācības pamati

Metodiskais materiāls pielietojams teorētiskajās stundās mācību priekšmetos  
EKSPLUATĀCIJAS MATERIĀLI un AUTOMOBILU UZBŪVE , kā arī pielietojams  
Kvalifikācijas praksē  
Publicēts 13.09.2017.

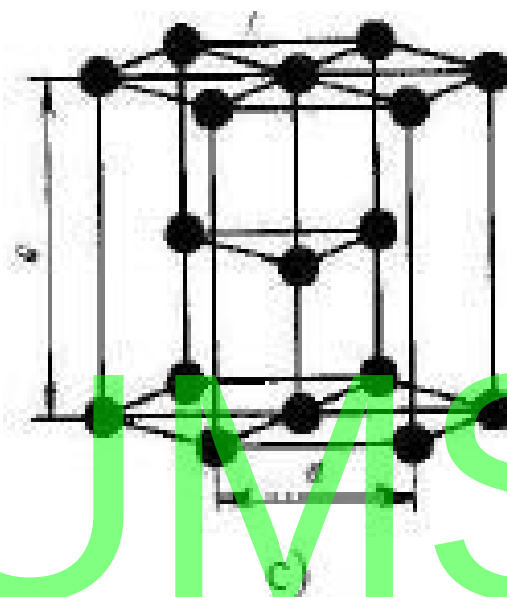
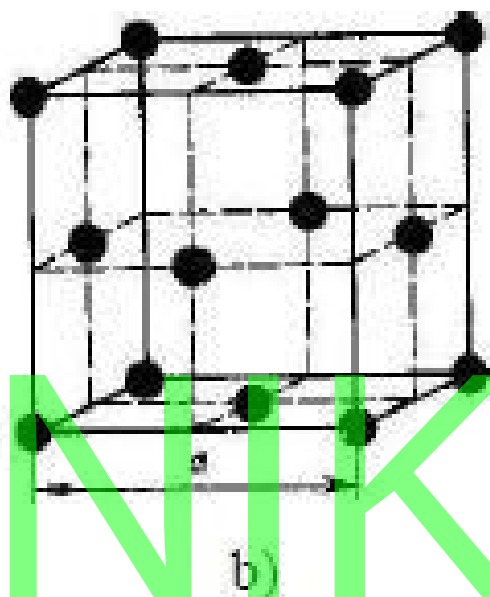
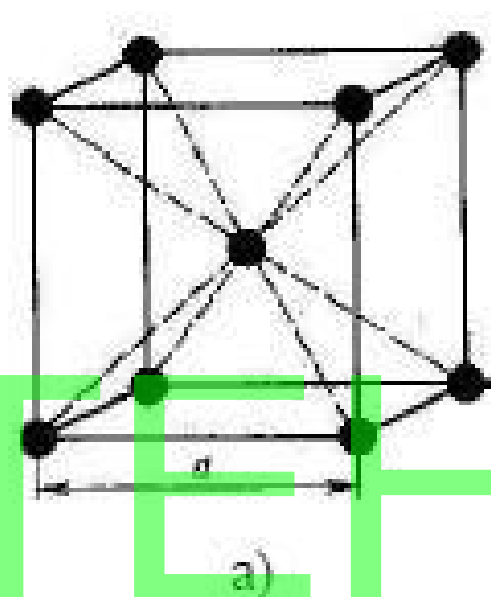


a)

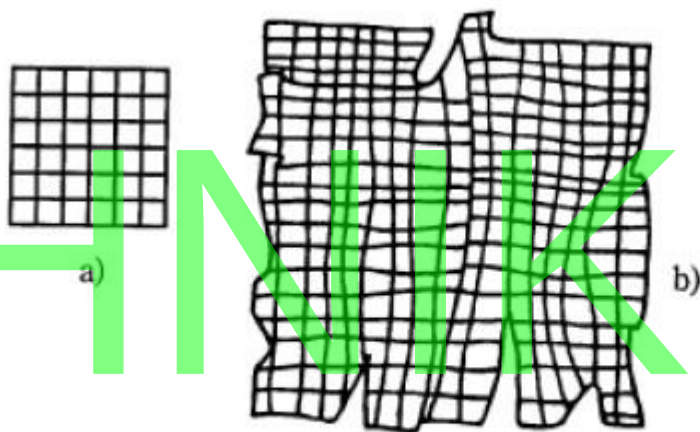


b)

Elementārdaļiņu izvietojums kristālā: a – telpisks attēls; b – modelis



Izplatītāko kristālisko režģu modeļi: a – tilpumā centrēts kubs;  
b – skaldnēs centrēts kubs; c – heksagonāls režģis



*Ideālais (a) un reālais (b) kristāliskais režģis*

**Sakausējumi.** Par metālisku sakausējumu sauc savienojumu, kas iegūts, izkausējot divus vai vairākus elementus, un kam raksturīgas metāla īpašības. Sakausējumus galvenokārt iegūst, izkausējot ķīmiskos elementus, bet var izmantot arī pulvermetallurģiju, kristalizāciju no tvaikveida stāvokļa, plazmas izsmidzināšnu.

Sakausējumos elementi var mijiedarboties dažādi. Ne visas elementu kombinācijas dod sakausējumu. Tā, piemēram, šķidra dzelzs un svins novietojas divos slāņos, tāpēc no tiem sakausējumu nevar iegūt.

Atkarībā no sakausējumu uzbūves cietā stāvoklī var izveidoties viens no šādiem trijiem sakausējumu tipiem:

- 1) komponentu mehānisks maisījums;
- 2) komponentu ciets šķīdums;
- 3) komponentu ķīmisks savienojums.

# TEHNĪKUMS

**Mehāniski maisījumi.** Mehāniskais maisījums rodas tad, ja sakausējamie elementi cietā stāvoklī savstarpēji nešķīst. Raksturīga struktūra ir divu komponentu mehāniskam maisījumam, kas izveidojas, atdzesējot šķidro fāzi, un kas tiek saukts par (eitektiku). Eitektiskie sakausējumi labi pakļaujas liešanai, tie kūst un sacietē noteiktā temperatūrā, struktūras sīkgraudainība dod labas mehāniskās īpašības.

# TEHNIKUMS

**Cietie šķīdumi.** Cietā šķīdumā viens komponents var izšķīst otrā jebkurā daudzumā vai līdz noteiktai robežai. Cieto šķīdumu sakausējumos izšķīdinātās vielas atomi vai nu aizvieto pamatmetāla – šķīdinātāja – atomus kristāliskajā režģī, vai izvietojas tajā. Lielākā daļa metālu kristalizējoties šķīst cits citā. Ja viens metāls otru kristāliskajā režģī var pilnīgi aizvietot jebkurā attiecībā, tad veidojas cietie šķīdumi ar neierobežotu šķīdību (Cu-Ni, Cu-Au).



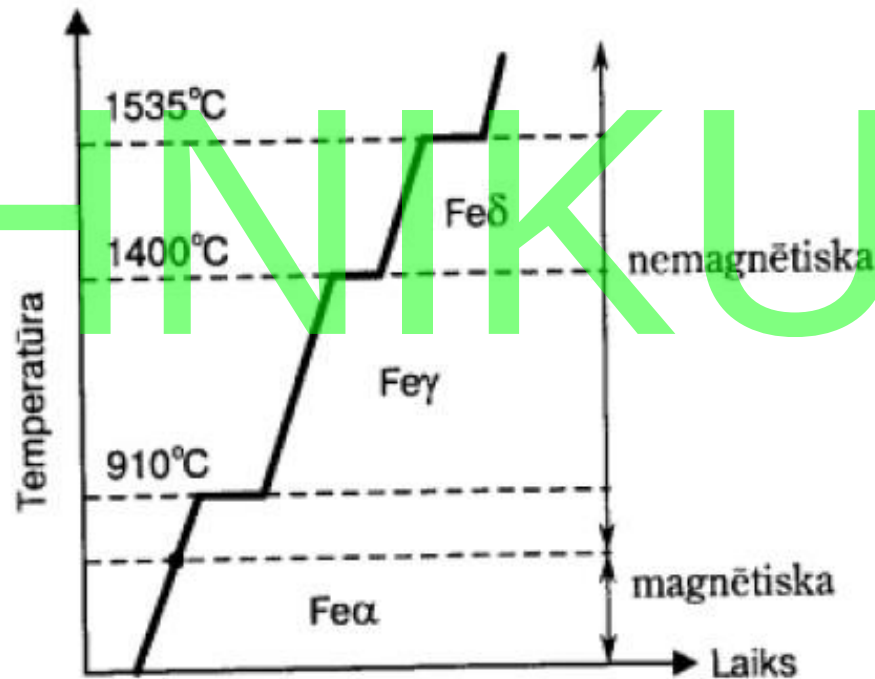
# TEHNIKUMS

**Kīmiskie savienojumi.** Sastāvs ķīmiskajam savienojumam vienmēr stingri noteikts. Tā režģis parasti ir citādāks nekā sastāvdaļām, un īpašības stipri atšķirīgas no sastāvdaļu īpašībām. Tā, piemēram, samērā mīksts dzelzs un 6,67% oglekļa sakausējums dod ļoti cietu savienojumu  $\text{Fe}_3\text{C}$  – cementītu.

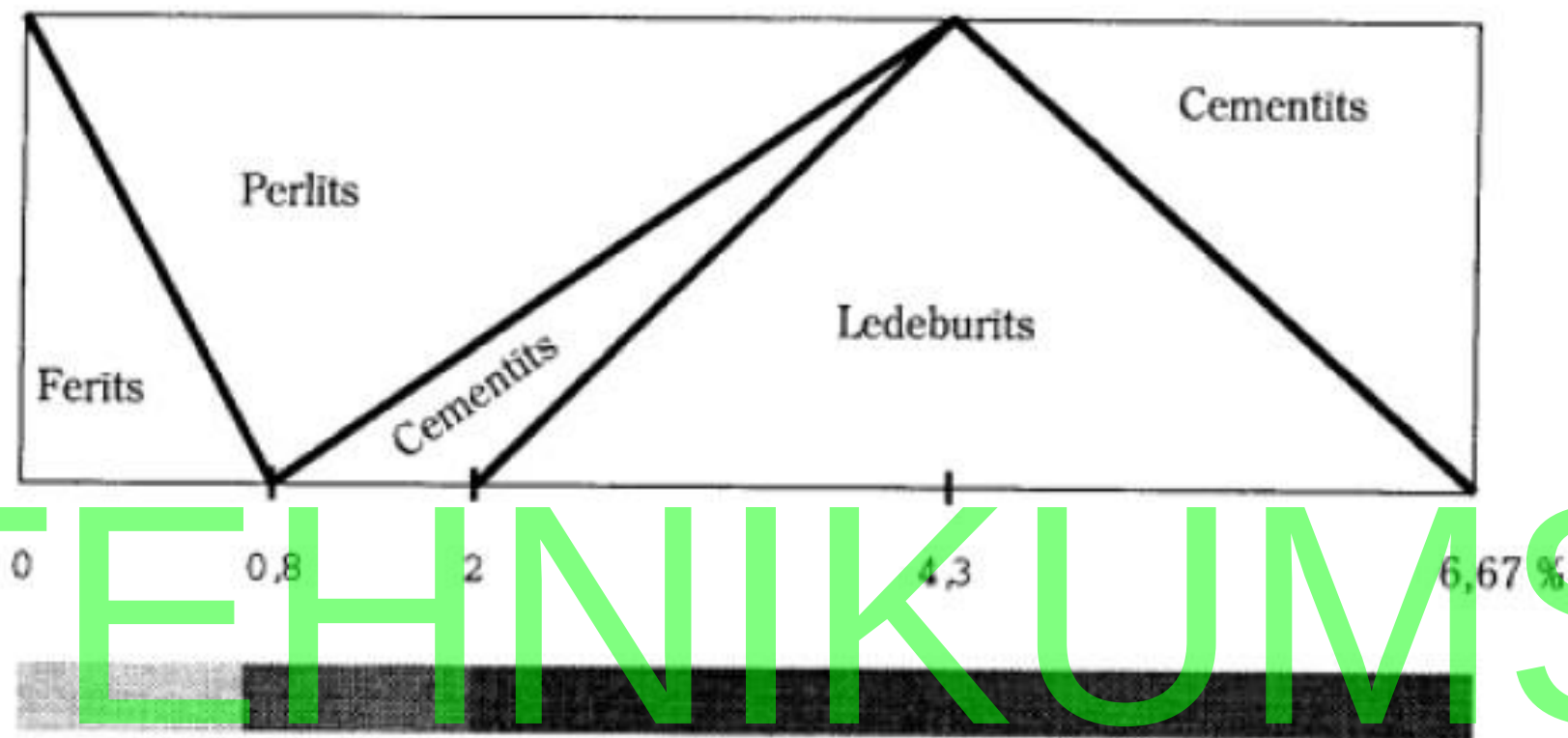


## Tīras dzelzs sakarsēšanas līkne

Karsējot tīru dzelzi (99,98% Fe), varam konstatēt vairākus kritiskus punktus. Šajos punktos notiek struktūras pārvērtības



*Tīras dzelzs sakarsēšanas līkne*



0 0,7 2

Konstrukciju Instrumentu Čuguni  
tēraudi tēraudi

*Struktūru sadalījums tēraudos un baltajā čugunā atkarībā no oglekļa daudzuma*

TEHNISKUMS  
Eiropas standartizācijas komiteja (CEN) savos iekšējos kārtības noteikumos ir noteikusi, ka visiem Eiropas standartiem (EN) pēc to apstiprināšanas ir jābūt pieņemtiem visās Eiropas Savienības dalībvalstīs kā nacionāliem bez jebkādam izmaiņām. Lielākā daļa no Eiropas standartiem ir adaptēti VSIA „Latvijas standarts” kā nacionālie un tiem ir apzīmējums „LVS EN”

Eiropas standarts EN 10027-1 nosaka tēraudu apzīmējumu. Tēraudu apzīmēšanai tie ir klasificēti divās grupās:

- tēraudi, kuri apzīmēti pēc pielietošanas un mehāniskajām vai fizikālām īpašībām;
- tēraudi, kuri apzīmēti saskaņā ar to ķīmisko sastāvu.

Tēraudu apzīmēšanai pēc to pielietošanas un mehāniskām vai fizikālām īpašībām iekļauti sekojoši simboli:

S – vispārējas nozīmes konstrukciju tērauds;

E – mašīnbūves tērauds;

B – armatūras tērauds;

P – zem spiediena strādājoša izstrādājuma tērauds;

L – tērauds cauruļvadu izgatavošanai;

Y – augstas stiprības tērauds iepriekš saspriegtam dzelzsbetonam;

R – sliežu tērauds;

H – auksti velmētais augstas stiprības lokšņu tērauds aukstai stiepšanai;

D – plakani izstrādājumi aukstai štancēšanai + viens no sekojošiem burtiem:

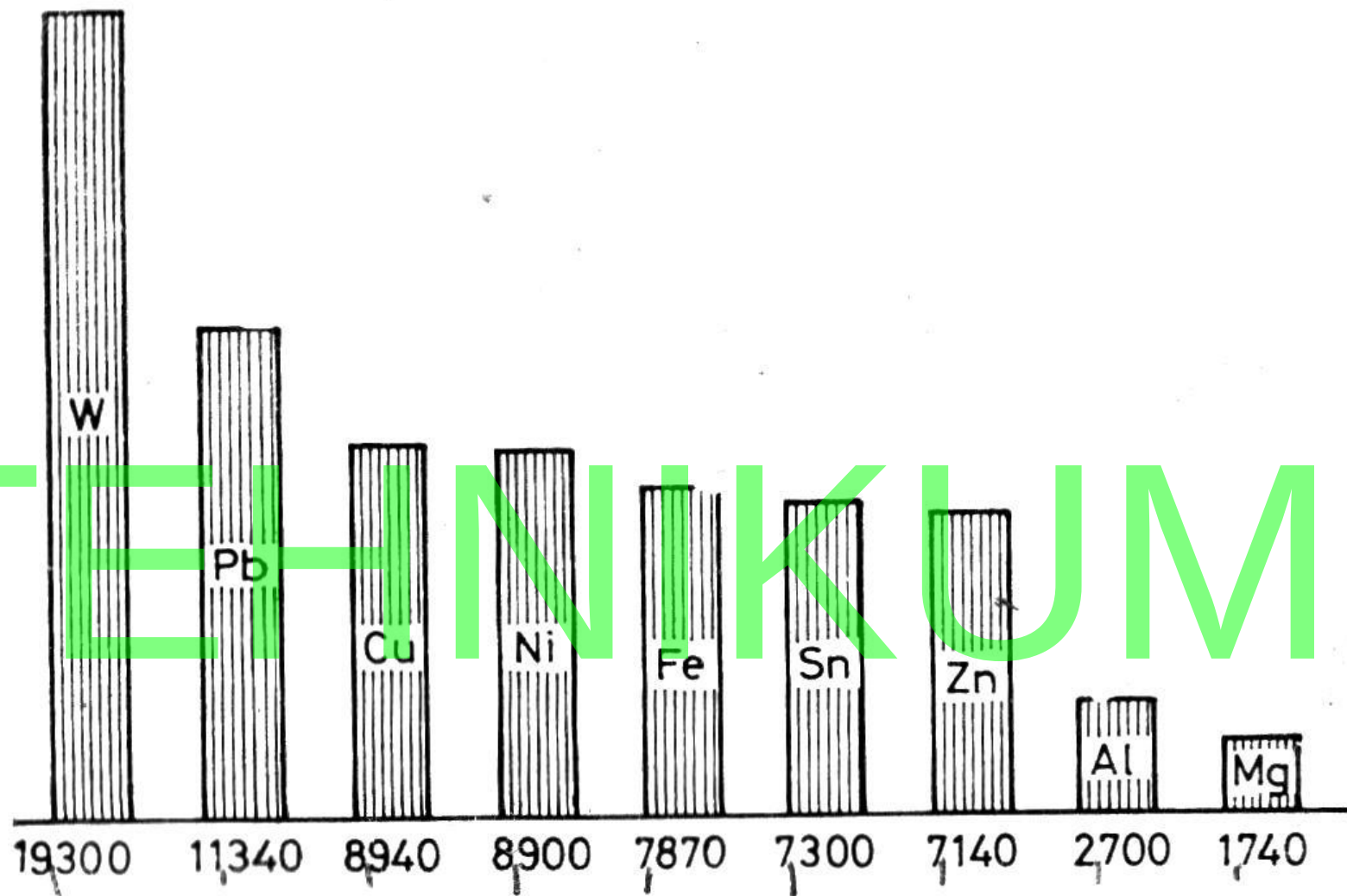
➤ C – auksti velmētiem plakaniem izstrādājumiem;

➤ D – karsti velmētiem plakaniem izstrādājumiem, kas paredzēti aukstai apstrādei ar spiedienu;

➤ X – plakani izstrādājumi, kuriem velmēšanas nosacījumi nav speciāli noteikti;

T – izstrādājumi, kuri ir pārklāti ar alvu (baltais skārds);

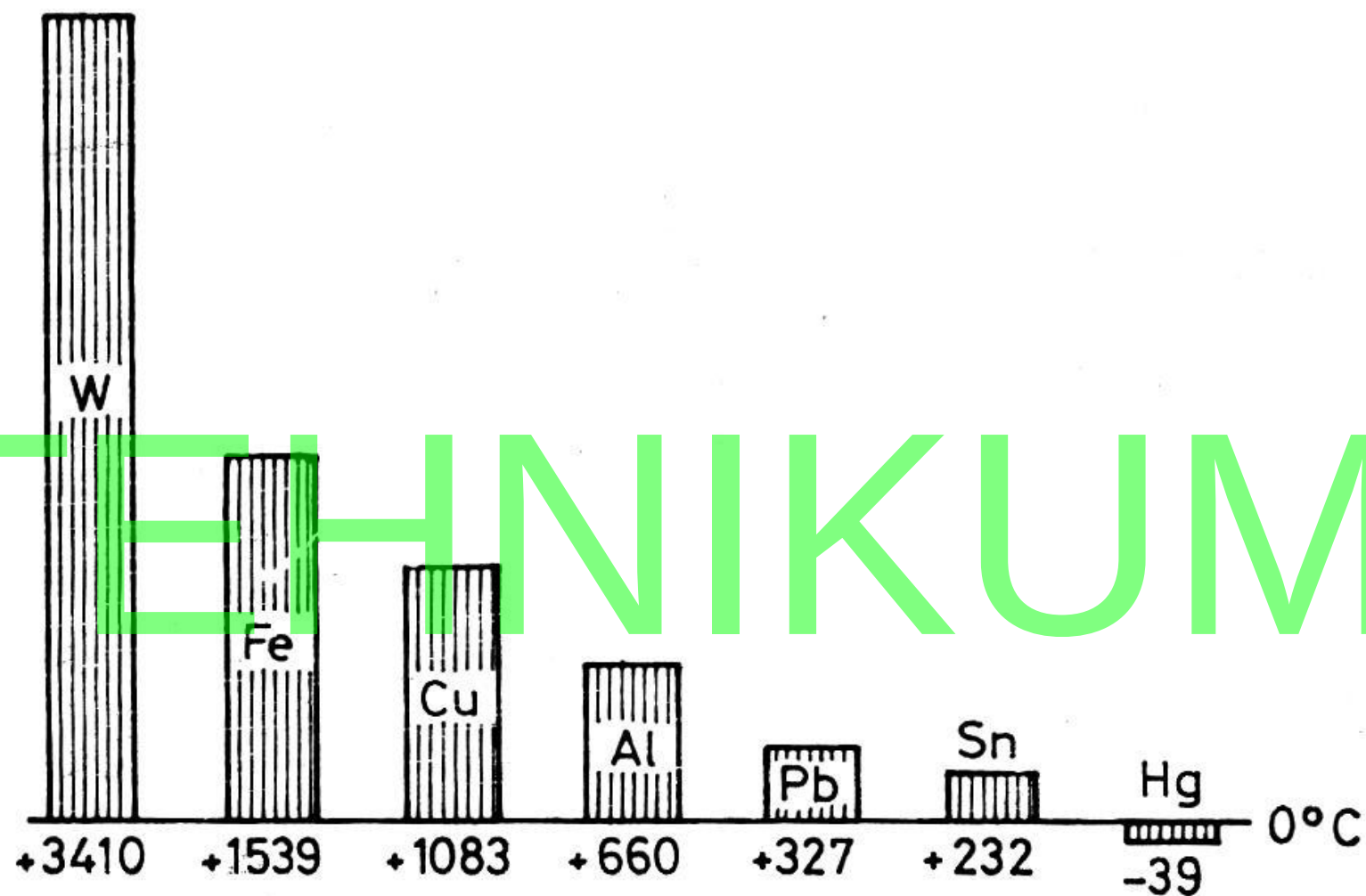
M – elektrotehniskais tērauds.



Dažādu metālu blīvumi

$\text{g/cm}^3$





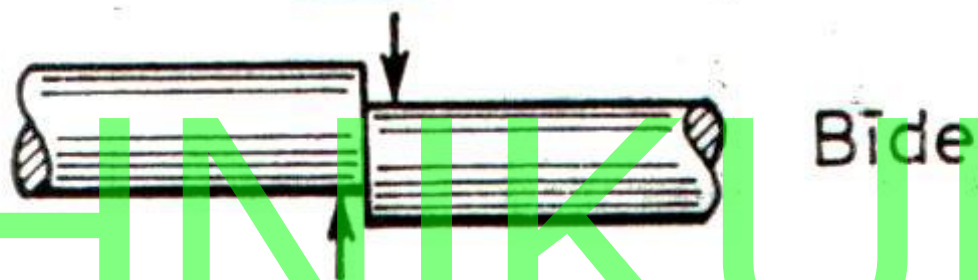
Dažādu metālu kušanas temperatūra, °C



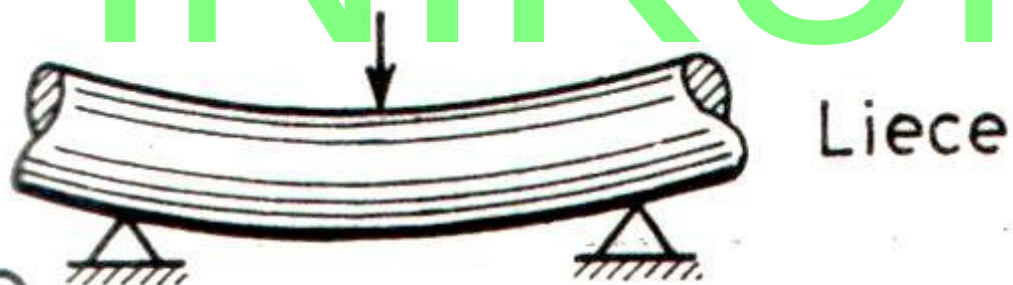
Stiepe



Spiede



Bīde



Liece



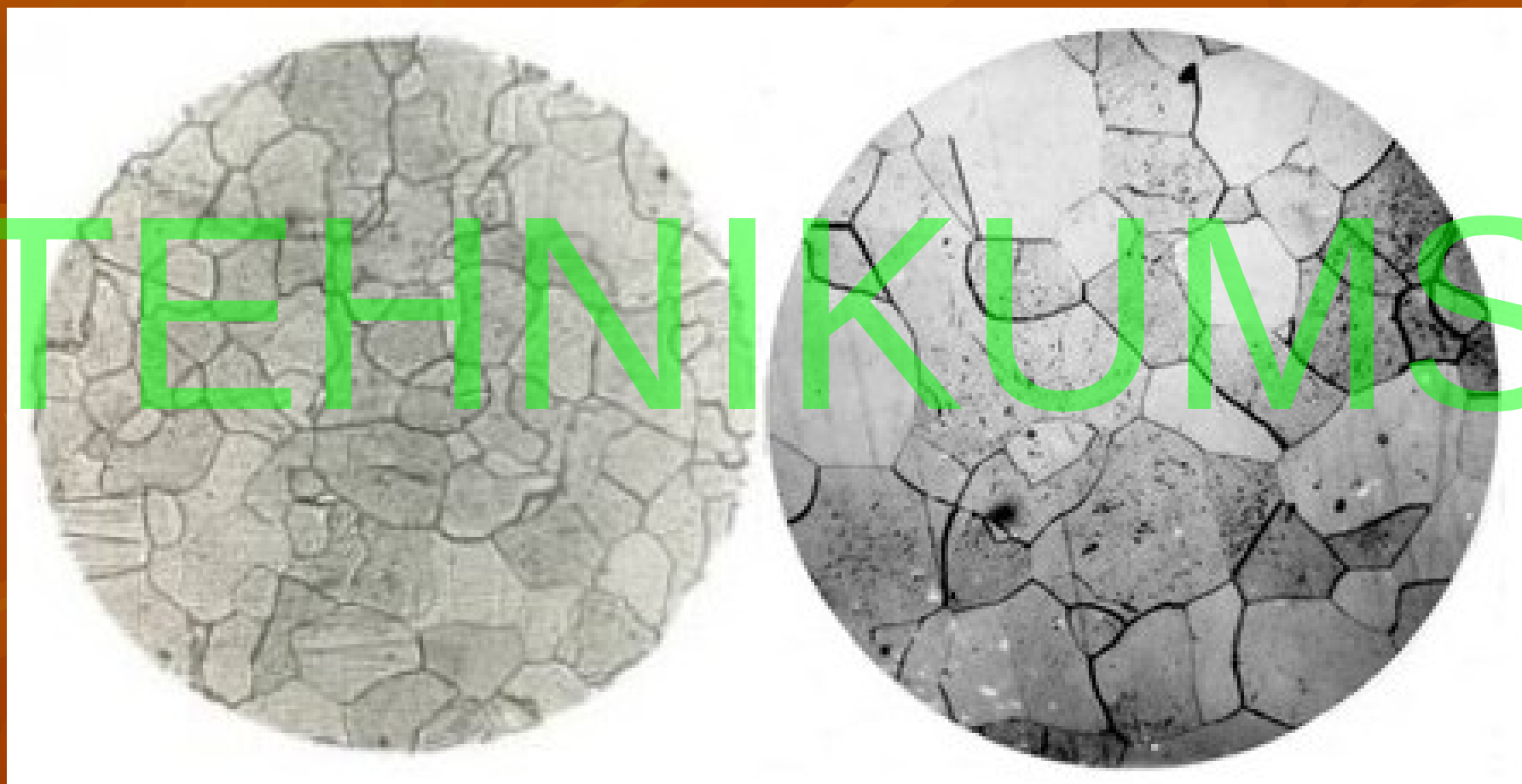
Vērpe

Deformāciju pamatveidi



Tehniskā dzelzs ar ļoti zemu oglekļa saturu -0,0006% C

Tēraudi ar zemu oglekļa saturu 0,02 līdz 08% simtdaļas savā struktūrā  
satur ferīta –perlīta struktūru



**0.1 % C Ferīts + Perlīts (500x palielinājums)**

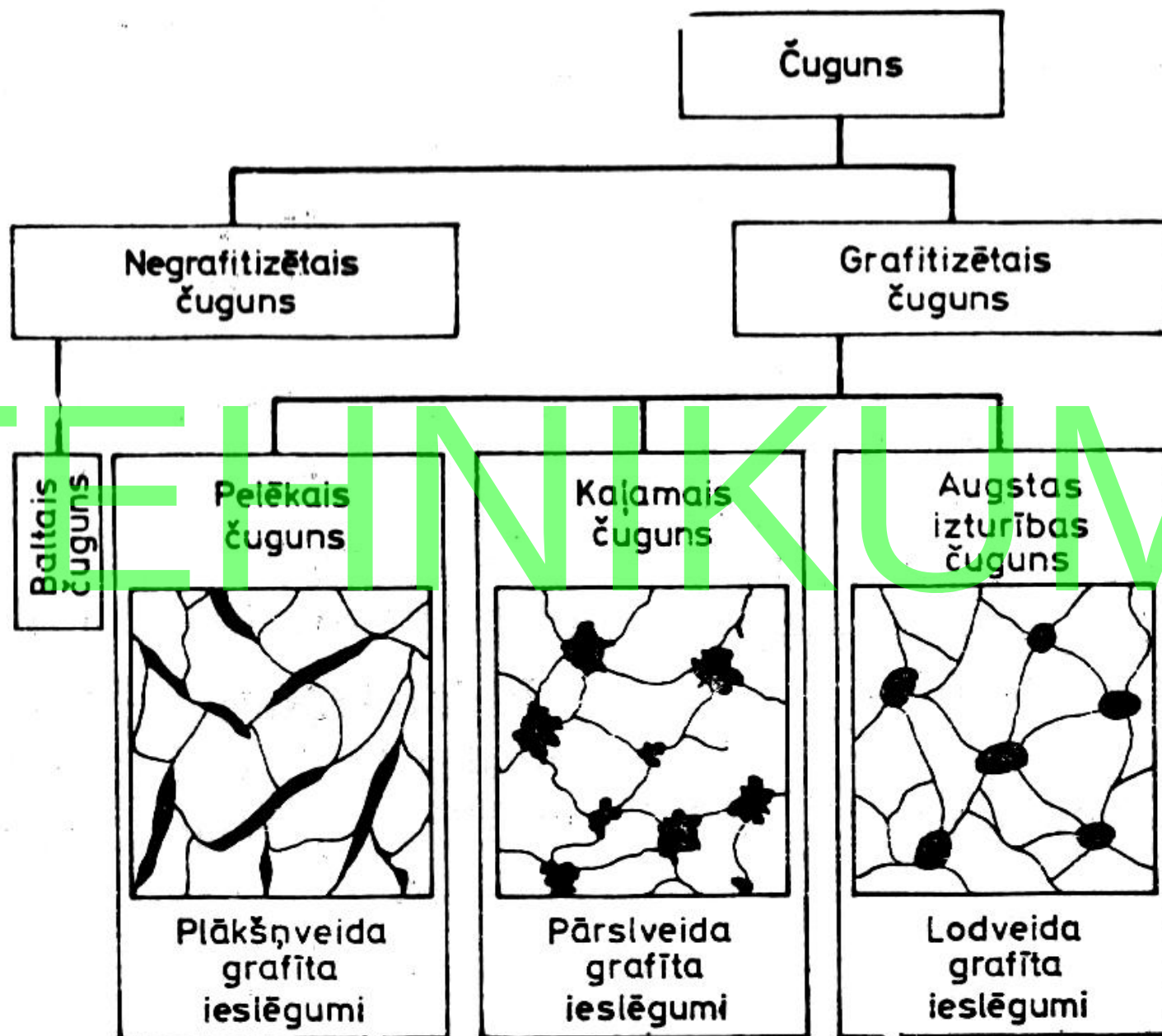
**0,2 % Ferīts + Perlīts(500x palielinājums)**



**Tērauda struktūra ar 1,2% C, Perlīts + Cementīts (340 x palielinājumā)**



TEHNIKUMS



**Baltais čuguns 2,9% C**



TEHNIKUMS



Baltais čuguns 3.3 % C



TEHNIKUMS

**Baltais čuguns 4,3 % C**



# Baltais čuguns 5,5 % C



TEHNIKUMS

**Pelēkais čuguns ar sīkizmēra grafīta plākšņuveida struktūru  
un labā pusē- lielāka izmēra grafīta plākšņuveida struktūra.**

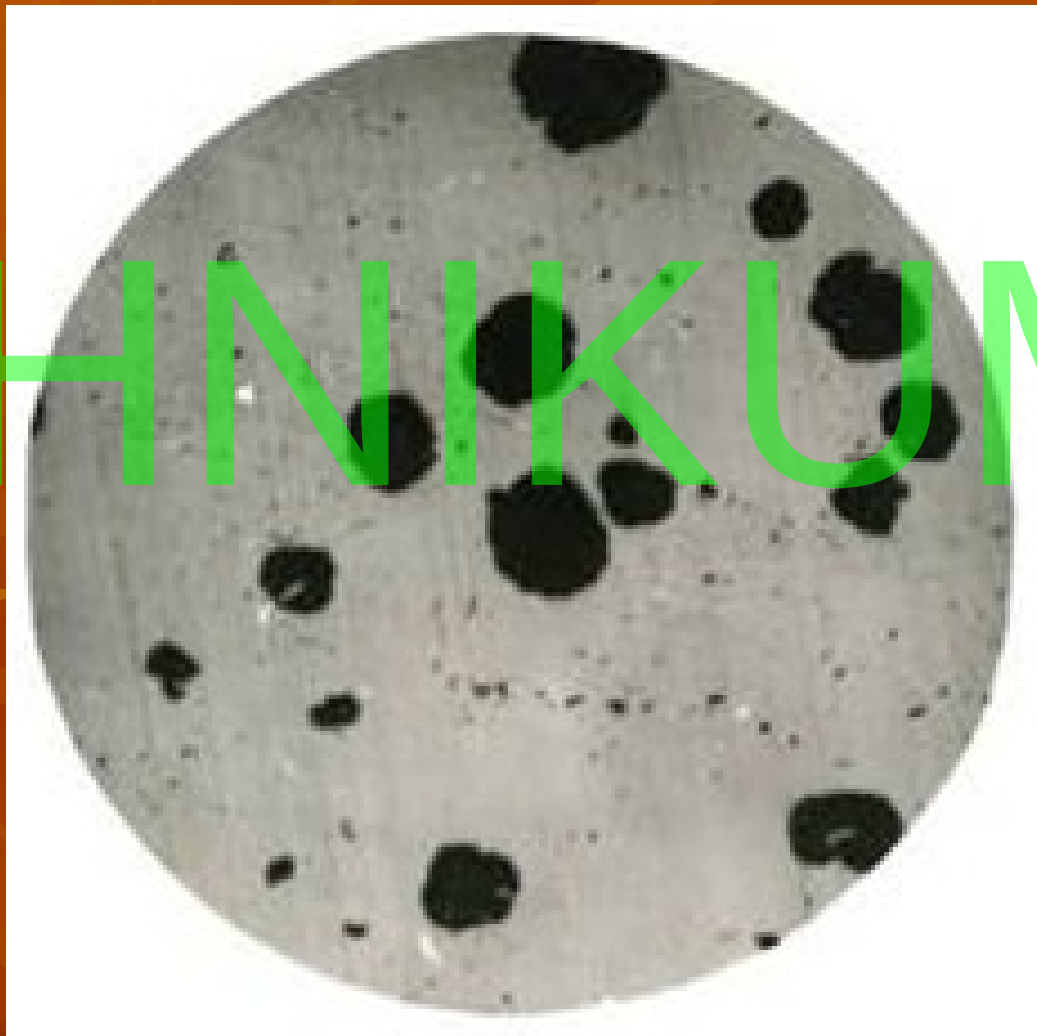


# Kaļamais čuguns ar grafīta ieslēgumiem pārslu veidā



TEHNIKUMS

# Augstas stiprības čuguns ar grafīta ieslēgumiem lodveida formā



TEHNIKUMS



## Tēraudu atkvēlināšana un normalizācija

Par atkvēlināšanu sauc termiskās apstrādes operāciju, kurā tēraudu sakarsē virs kritiskās temperatūras, iztur šajā temperatūrā un tad lēni, kopā ar krāsni atdzesē. Tēraudos izveidojas stabila (līdzsvarota) struktūra, kāda uzrādīta dzelzs – oglekļa diagrammā.

Atkvēlināšanas uzdevums ir likvidēt iekšējos spriegumus, pazemināt tērauda cietību, sasmalcināt graudus, uzlabot apstrādājamību ar griezējinstrumentiem, samazināt ķīmiskā sastāva nevienādabīgumu, paaugstināt plastiskumu un stigrību un sagatavot tēraudu tālākai termiskai apstrādei. Atkvēlināšanu parasti veic pirms metāla spiedienapstrādes.

Izšķir vairākus atkvēlināšanas veidus.

## Tēraudu rūdīšana

Par rūdīšanu sauc termiskās apstrādes operāciju, kurā tēraudus sakarsē virs līnijas GSK iztur šajā temperatūrā un strauji atdzesē ar ātrumu, kas nav mazāks par dotā materiāla kritisko rūdīšanas ātrumu. Lai iegūtu martensītu, rūdīšanai pakļauj tēraudus ar oglekļa saturu virs 0,25%.

Rūdīšanas mērķis – iegūt tēraudu ar lielu cietību, stiprību, nodilumizturību, kura paaugstina detaļu un instrumentu ekspluatācijas drošumu un darba mūžu. Rūdīšanas kvalitāte atkarīga no karsēšanas ātruma un temperatūras, izturēšanas ilguma un atdzesēšanas ātruma.

## Dzesēšanas ātrums dažādās rūdišanas vidēs

| Rūdišanas vide                              | Dzesēšanas ātrums ( $^{\circ}/s$ ) temperatūru intervālā |                      |
|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------|
|                                             | 650...550 $^{\circ}$                                     | 300...200 $^{\circ}$ |
| Ūdens 18 $^{\circ}$ C                       | 600                                                      | 270                  |
| Ūdens 50 $^{\circ}$ C                       | 100                                                      | 270                  |
| Ūdens 74 $^{\circ}$ C                       | 30                                                       | 200                  |
| 10% vārāmās sāls<br>šķīdums 18 $^{\circ}$ C | 1100                                                     | 300                  |
| Eļļas emulsija ūdenī                        | 70                                                       | 200                  |
| Minerāleļļa                                 | 150                                                      | 30                   |

# TEHNIKUMS

**Virsmas rūdīšana** ir termiskās apstrādes operācija, kurā izstrādājums tiek norūdīts noteiktā dziļumā. To panāk, sakarsējot tikai tēraudu virskārtu līdz rūdīšanas temperatūrai un strauji atdzesējot. Izstrādājuma serdes daļa nepaspēj sakarst un pēc atdzesēšanas saglabājas stīga, izturīga pret triecieniem. Praksē detaļu virskārtas karsēšanai visbiežāk tiek izmantota augstfrekvences strāva.

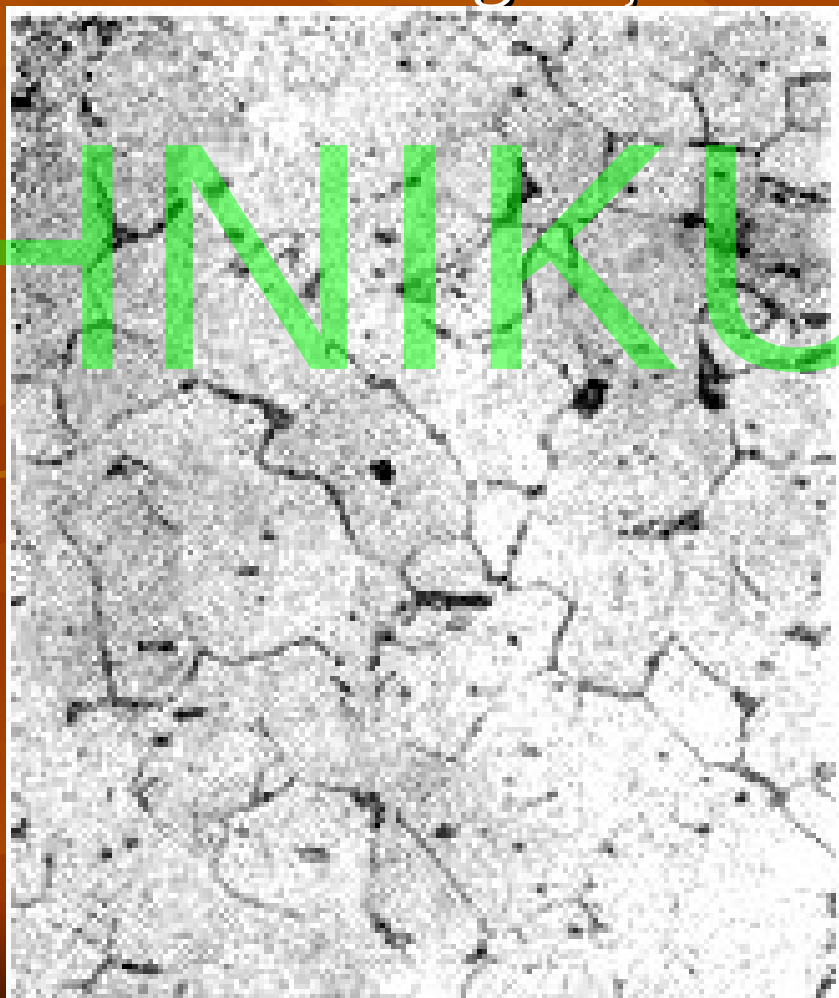


## Tēraudu atlaidināšana

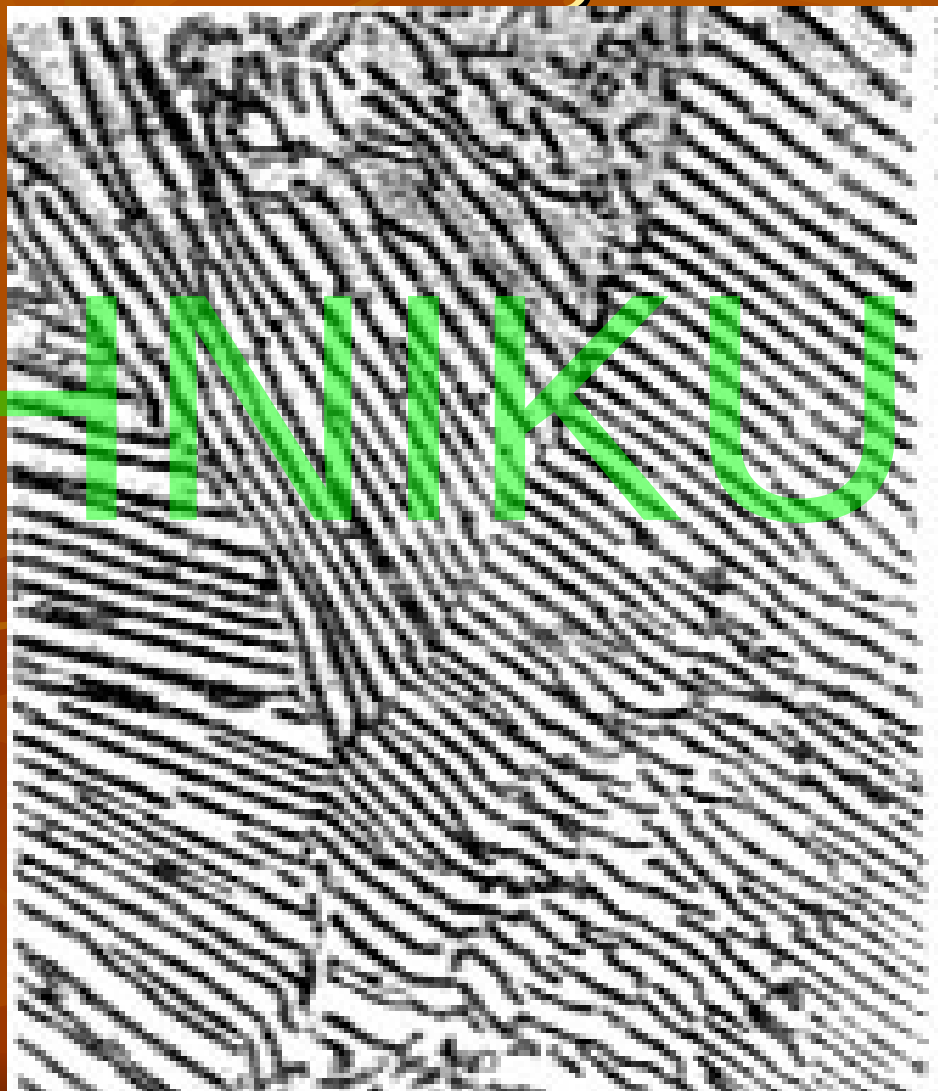
Par atlaidināšanu sauc termiskās apstrādes operāciju, kurā rūdītus tēraudus sakarsē zem līnijas PSK iztur šajā temperatūrā un dzesē ar noteiktu ātrumu. Atlaidināšana ir termiskās apstrādes noslēdzošā operācija, kuras rezultātā tēraudi iegūst vajadzīgās mehāniskās īpašības un atbrīvojas no iekšējiem spriegumiem. Tēraudu īpašības galvenokārt nosaka atlaidināšanas temperatūra. Atkarībā no tās izšķir 3 atlaidināšanas veidus.

Atlaidināta tērauda mikrostruktūras, atkarībā no oglekļa satura procenta simtdaļās

- Atlaidināts tērauds ar oglekļa saturu -0,1%



# Atlaidināts tērauds ar oglekļa saturu -0,1%



TEHNIKUMS



# Atlaidināts tērauds ar oglekļa saturu- 0,85 %



Dažādās dzesēšanas vidēs rūdīta tērauda mikrostruktūras  
45 markas tērauds rūdīts ūdenī, 500 reižu palielinājumā,

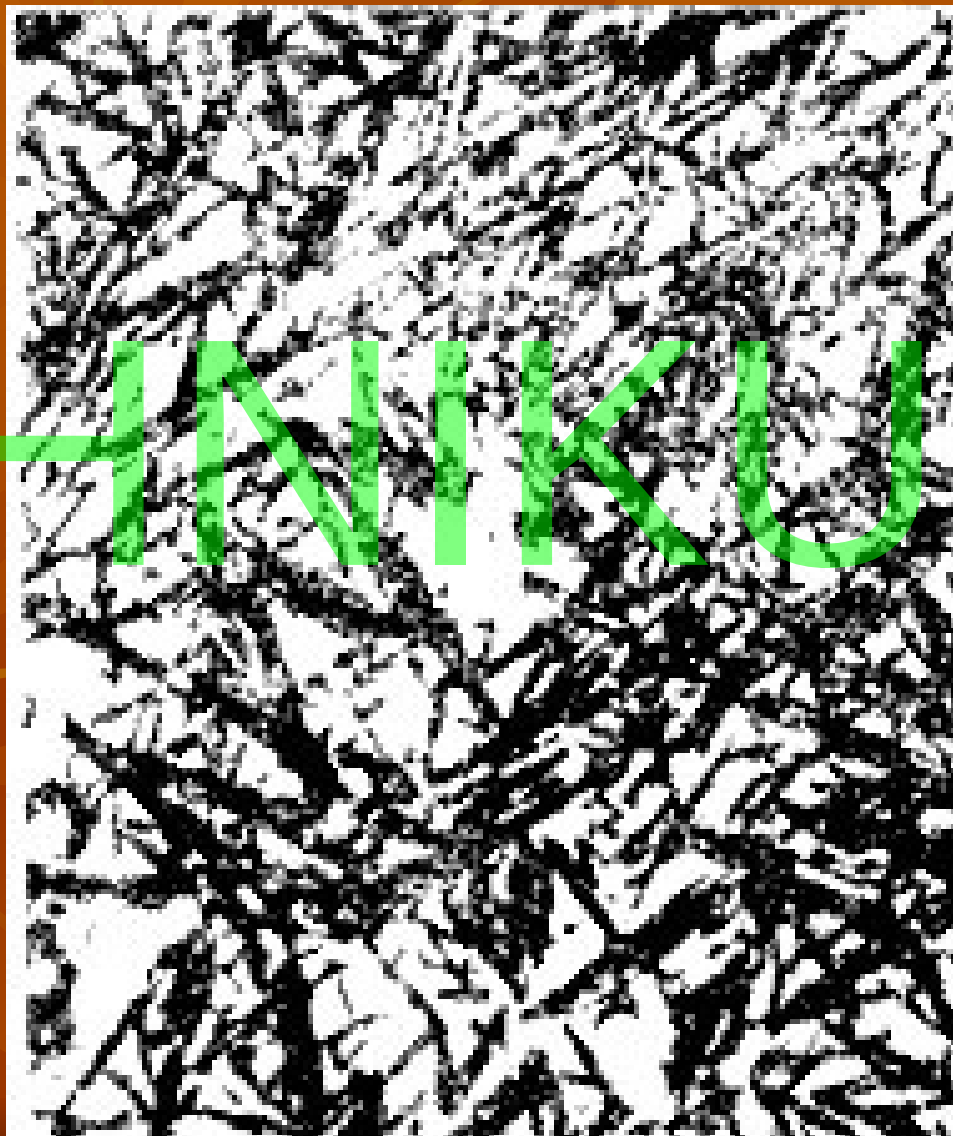
skatāma adatveida Martensīta struktūra



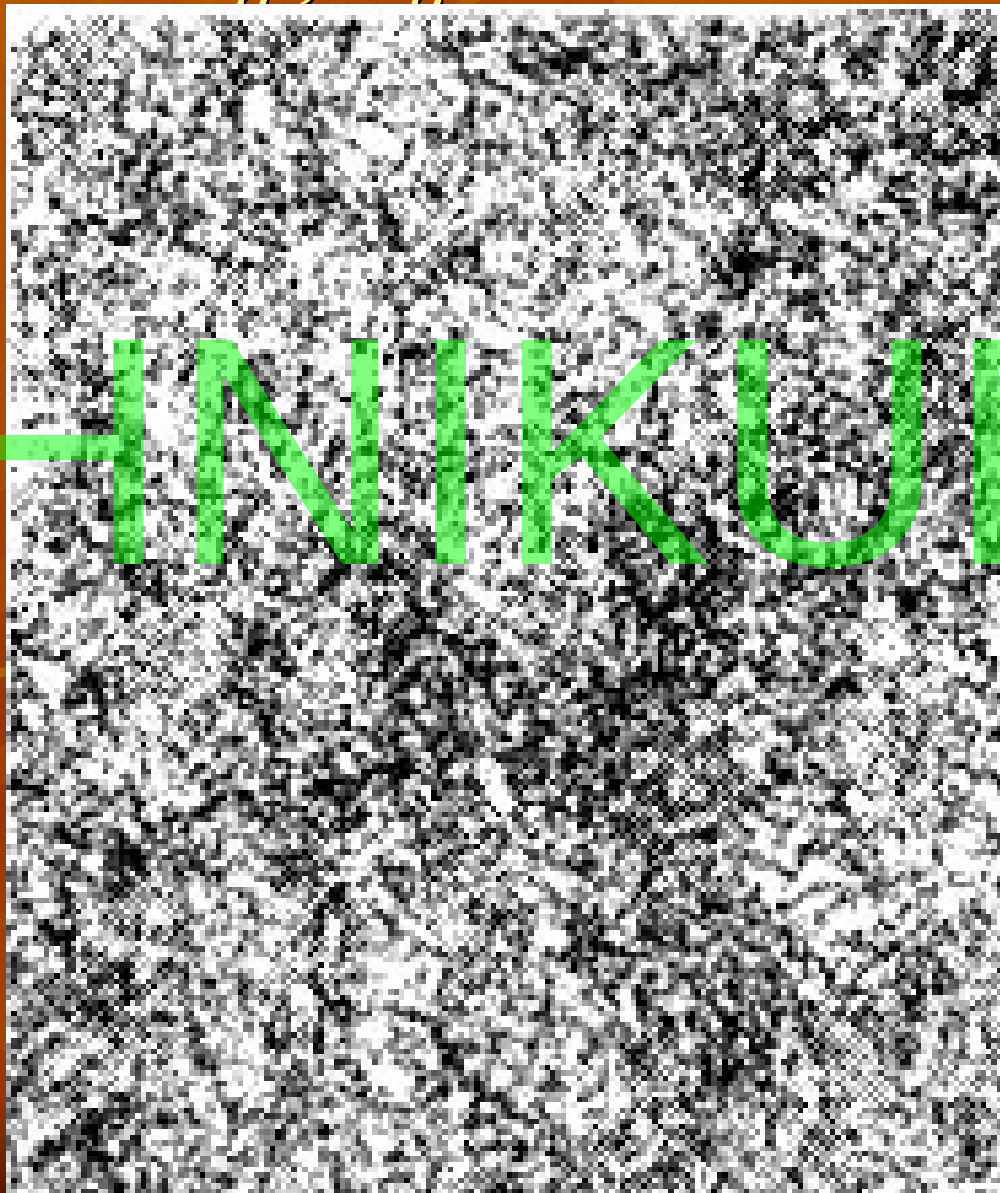
Instrumentu tērauds tērauds rūdīts ūdenī, 500 reižu  
palielinājumā ,skatāma rupja adatveida Martensīta  
struktūra.



65 markas tērauds rūdīts 10% NaOH šķīdumā un, 500 reižu palielinājumā, skatāma adatveida Martensīta struktūra.



70 markas tērauds rūdīts eļļā un 500 reižu palielinājumā  
skatāma viendabīga, sīkgraudaina Sorbīta struktūra.



TEHNIKUMS

## ĶĪMISKI TERMISKĀ APSTRĀDE

Par ķīmiski termisko apstrādi sauc virskārtas piesātināšanu ar kādu elementu, kā rezultātā mainās tērauda ķīmiskais sastāvs un struktūra. Veicot šo apstrādi, tērauds tiek sakarsēts līdz noteiktai temperatūrai vidē, kas izdala piesātināmo elementu, izturēts noteiktu laiku šajā temperatūrā un atdzesēts. Ķīmiski termiskā apstrāde sastāv no trim vienlaicīgiem procesiem.

1. Veidojas aktīvi ķīmiskā elementa atomi.
2. Izstrādājuma virsma piesaista aktīvos atomus (absorbēcija).
3. Piesaistītie atomi no virskārtas pārvietojas tā iekšienē (difūzija).

Visizplatītākie ķīmiski termiskās apstrādes veidi ir cementēšana, nitridēšana, cianēšana un difūzijas metalizācija.



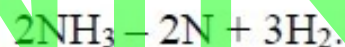
# TEHNIKUMS

**Cementēšana.** Par cementēšanu sauc procesu, kurā mazoglekļa ( $C < 0,2\%$ ) tērauda detaļu virskārta tiek piesātināta ar oglekli, lai pēc rūdīšanas un atlaidināšanas zemās temperatūrās detaļām būtu cieta un nodilumizturīga virsma, bet stīga vidusdaļa

# TEHNIKUMS

**Cementēšana.** Par cementēšanu sauc procesu, kurā mazoglekļa ( $C < 0,2\%$ ) tērauda detaļu virskārta tiek piesātināta ar oglekli, lai pēc rūdīšanas un atlaidināšanas zemās temperatūrās detaļām būtu cieta un nodilumizturīga virsma, bet stīga vidusdaļa

**Nitridēšana** ir detaļas virskārtas piesātināšana ar slāpekli, lai iegūtu augstu cietību, paaugstinātu berzes noturību un pretestību agresīvām vidēm. Nitridēšana pamatojas uz aktīva slāpekļa izdalīšanos, disociējot (sadalot) amonjaku:



Nitridē leģētos tēraudus, kas satur alumīniju, titānu, volframu, molibdēnu vai hromu, jo oglekļa tēraudu nitridēšana nedod vajadzīgo cietību. Pirms nitridēšanas detaļas pakļauj rūdīšanai un augstai atlaidināšanai, uzlabo to mehāniskās īpašības.

# TEHNĪKUMS

*Difūzijas hromēšanu* izdara pulverveida maisījumos, kas sastāv no ferohroma un šamota, saslapināta ar sālsskābi, vai gāzes vidē, kur sadalās hroma hlorīda  $\text{CrCl}_2$  tvaiki. Hromēšanu lieto tēraudiem ar oglekļa saturu līdz 0,2%. Mazoglekļa tēraudos hromētais slānis nedaudz paaugstina cietību, bet tam ir liela stigrība, kas ļauj hromētas detaļas deformēt (velmēt, nosēdināt). Hromētām detaļām ir augsta korozijizturība dažādās agresīvās vidēs (slāpekļskābē, jūras ūdenī u.c.). Tas ļauj ar tām aizvietot detaļas no deficītiem augsthroma tēraudiem.

# TEHNIKUMS

*Silicēšana* ir tērauda izstrādājumu virskārtas piesātināšana ar silīciju, kas paaugstina korozijizturību un noturību pret eroziju jūras ūdenī, slāpekļskābē, sērskābē un sāļsskābē. To lieto ķīmiskās rūpniecības detaļu apstrādei.



## Varš un tā sakausējumi

Tīrs varš ir rudās krāsas metāls. Tam ir skaldnēs centrēta kuba kristāliskais režģis. Vara īpatnējais svars ir  $8,93 \text{ g/cm}^3$ , kušanas temperatūra  $1083^\circ\text{C}$ . Mehāniskās īpašības zemas. Tā kā varam ir mazākā īpatnējā elektriskā pretestība, varu plaši lieto elektrotehnikā par strāvas vadītāju. Tīram varam piemīt augsts plastiskums, tāpēc varš labi apstrādājams ar spiedienu aukstā un karstā stāvoklī. No vara var izgatavot ļoti sīkus izstrādājumus,  $0,05 - 0,06 \text{ mm}$  biezu foliju, vai stiepli ar diametru līdz  $0,03 \text{ mm}$ . Tehnikā, kā konstrukciju materiālu plaši pielieto vara sakausējumus. Tie ir labi apstrādājami ar spiedienu. Vara sakausējumus izmanto lējumiem, kā arī cauruļu, sloksņu, stieplu un citu izstrādājumu izgatavošanai.

# TEHNĪKUMS

**Misiņi.** Par misiņiem sauc vara un cinka sakausējumus, kas satur 25 – 45% cinka. Misiņos nelielos daudzumos var būt arī citi elementi (alva, svins, alumīnijs, mangāns, dzelzs u.c.). Misiņi labi apstrādājami augstā un karstā stāvoklī. Misiņiem ir augstākas mehāniskās īpašības nekā varam. Lai likvidētu iekšējos spriegumus, misiņa izstrādājumi, kas ražoti aukstajā apstrādē ar spiedienu, jāpakļauj atkvēlināšanai  $400^{\circ}\text{C}$  temperatūrā, citādi detaļās rodas plaisas un mainās detaļas izmēri.



# TEHNIKUMS

Misiņus, kas satur niķeli, svinu, alvu, silīciju u.c. elementus (parasti līdz 2- 8%) sauc par speciālajiem misiņiem. Tiem ir paaugstināta korozijizturība, labākas tehnoloģiskās un mehāniskās īpašības. Tāpat kā visus krāsaino metālu sakausējumus, misiņus iedala **lejamos un ar spiedienu apstrādājamos** misiņos.

# TEHNĪKUMS

**Lejamo misiņu** lieto **gultņu** ieliktniem, lietai armatūrai, kuģu armatūras detaļām, kas pakļautas jūras ūdens iedarbībai, korozijizturīgām detaļām vispārīgajā mašīnbūvē. No misiņa, ko apstrādā ar spiedienu, **izgatavo** radiatoru caurules, gofrētās caurules, sloksnes, lokšnes, caurules un stieples izstrādājumus. Lejamie misiņi labi apstrādājami un ir korozijizturīgi jūras ūdenī un mitrā atmosfērā.

Nosacītā apzīmējuma piemērs: **Cu Zn 20 Al 2 LVS EN .....**

## Bronzas

Vara sakausējumu ar Sn, Al, Si un citiem elementiem, starp kuriem cinks nav galvenā sastāvdaļa, sauc par bronzu. Alvas bronza ir viens no visvecākajiem metālu sakausējumiem, ko lietoja jau sirmā senatnē. Bronzai ar Sn saturu 4 – 5% ir vienfāzes struktūra ar samērā lielu plastiskumu. Alvas saturam pieaugot līdz 18 – 20%, bronzas stiprība palielinās, taču plastiskums strauji samazinās.

Tā kā alva ir deficīta un daudz dārgāka nekā varš, to aizvieto ar citiem elementiem, visbiežāk ar alumīniju. Izplatīta ir alumīnija bronza. Lai palielinātu to stiprību un cietību, tās bieži termiski apstrādā (rūda).

Berilijs ar varu veido mainīgas koncentrācijas cietu šķīdumu, ko var pakļaut termiskai nostiprināšanai. Tas dot iespēju berilija bronzei piešķirt lielu cietību, elastību, korozijizturību un nodilumizturību ( $R_m = 1400 \text{ N/mm}^2$ ,  $A_5 = 2\%$ ). No berilija bronzas izgatavo nozīmīgas detaļas – membrānas, aparātu atsperes u.c.



## Bronzu lietošanas piemēri

| Bronzas marka                                                                                                              |                                                                                        | Lietošana                                                                                                                                                                                                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| LVS EN                                                                                                                     | GOST                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Cu Sn 3 Zn 12 Pb 5<br>Cu Sn3 Zn 7 Pb5 Ni1<br>Cu Sn 4 Zn 7 Pb 5<br>Cu Sn 4 Zn 4 Pb 17<br>Cu Sn 5 Zn 5 Pb 5<br>Cu Sn 5 Pb 25 | Бр О3 Ц12 С5<br>Бр О3 С5 Н1<br>Бр О4 Ц7 С5<br>Бр О4 Ц4 С17<br>Бр О5 Ц5 С5<br>Бр О5 С25 | <u>Alvas bronzas</u><br>Nelieli gultņi, ieliktni, gliemežratu vainagi, vārstu ligzdas, sūkņu korpusi, uzgriežņi ar lielu soli, sīkas detaļas, paplāksnes,                                                                                                |
| Cu Al 9 Mn 2<br>Cu Al 10 Mn 2<br>Cu Al 9 Fe 3<br>Cu Al 10 Fe 3 Mn 2<br>Cu Al 10 Fe 4 Ni 4                                  | Бр А9 Мц2<br>Бр А10 Мц2<br>Бр А9 Ж3<br>Бр А10 Ж3<br>Мц2<br>Бр А10 Ж4 Н4                | <u>Bezalvas bronza</u><br>Lentes, sloksnes, stieņi, veidlējumi, ieliktni, atbalstgredzeni, caurules, lējumi, zobrati, gliemeži. Ar piedevām var panākt augstas mehāniskās īpašības – augsts plastiskums, korozijas noturība un labas tehnoloģiskās īpaš. |

*Skaitļi, kas atrodas sakausējuma markā aiz ķīmiskiem elementiem, norāda to saturu %*

Nosacītā apzīmējuma piemērs: **Cu Sn3 Zn7 Pb5 Ni1 LVS EN 1173: 2001**

**Cu Al10 Fe3 Mn2 LVS EN 1173: 2001**

## Alumīnijs un tā sakausējumi

Lietošanas apjoma ziņā Al ir otrais metāls aiz Fe. Alumīnijs ir viegls metāls sudrabaini baltā krāsā ar zilganu nokrāsu. Tā īpatnējais svars ir  $2,7 \text{ g/cm}^3$  un kušanas temperatūra  $658,7^\circ\text{C}$ . Alumīnijam ir maza īpatnējā elektriskā pretestība, Al ir maza mehāniskā stiprība  $50 \text{ N/mm}^2$ . Al ir augsta korozijas izturība saldūdenī un gaisā, jo uz virsmas veidojas oksīdu kārtiņa, kas aizsargā metālu no tālākas oksidēšanās. Labā elektrovadītspēja, plastiskums ļauj to plaši pielietot vadu un kabeļu izgatavošanā elektrotehnikā, aviācijas rūpniecībā no Al izgatavo caurules, eļļas un benzīna vadus. Visplašāk izmanto Al sakausējumus, kuriem uzlabotas daudzas īpašības.

Alumīnija sakausējumus iedala divās grupās:

- Lejamie (tos lieto detaļu iegūšanai ar liešanu veidnēs);
- Deformējamās sakausējumos (lieto lokšņu, stieplu, lentu, veidprofilu un dažādu detaļu izgatavošanai ar kalšanu, presēšanu vai štancēšanu).



## Lejamie alumīnija sakausējumi

Šeit svarīgākie ir Al sakausējumi ar silīciju, kas satur 6 – 13 % silīcija un pazīstami ar nosaukumu **silumīni**. Tie satur arī citus elementus – varu, magniju un cinku. Silumīnijam ir laba šķidrplūstamība un mazs sarukums. Lai iegūtu blīvu sīkgraudainu struktūru un paaugstinātu mehānisko stiprību šos sakausējumus modificē, izkausētu silumīnu apstrādājot ar metālisko nātriju (0,1%) vai citām ķīmiskām vielām. Lieto korpusveida detaļu atliešanai mašīnbūvē.

Al sakausējumiem ar magniju ir samērā zemas liešanas īpašības, bet augsta stiprība un plastiskums, tie iztur spriegumu  $280 \text{ N/mm}^2$ . Al sakausējumus apstrādā arī termiski.

Al sakausējumi ar varu satur 0,5 – 4 % vara. Tiem ir zemas liešanas īpašības, bet pēc termiskās apstrādes iegūst lielu mehānisko stiprību.

Al sakausējums ar silīciju un varu lieto lielu, stipri slogotu detaļu izgatavošanai. Sakausējumam ir labas mehāniskās īpašības.

Alumīnija sakausējuma marķējumā burts W norāda, ka tie ir lejamie alumīnija sakausējumi.

Apzīmējuma piemērs: **AW – 5182 (Al Mg<sub>4,5</sub> Mn<sub>0,4</sub>) LVS EN 485 – 2:2001**



## Deformējamie alumīnija sakausējumi

Pie **termiski nenostiprināmiem** deformējamiem Al sakausējumiem pieder Al – Mg un Al-Mn sakausējumi, kuri ļoti plastiski, korozijizturīgi un labi metināmi, bet stiprība ir neliela. No šiem sakausējumiem detaļas tiek izgatavotas galvenokārt ar spiedienapstrādi.

Galvenais **termiski nostiprināmais** deformējamais Al sakausējums ir **dūralumīnijs**. Pirmais dūralumīnijs tika radīts 1908. gadā ar šādu ķīmisko sastāvu – 4%Cu, 0,5%Mg, 0,5%Mn, pārējais Al. Pašlaik izplatītākā dūralumīnija marka ir Д16 – 3,8...4,9%Cu, 1,2... 1,8%Mg, 0,8...0,9%Mn. Dūralumīnija termiskā apstrāde sastāv no rūdīšanas un vecināšanas. Sakarsēšanas temperatūra 500°C, dzesēšanas vide – ūdens. Pēc rūdīšanas dūralumīniju pakļauj vecināšanai -4-5 diennaktis istabas temperatūrā. Termiski nostiprinātam dūralumīnijam mehāniskās īpašības ir līdzīgas vidēja oglekļa tērauda īpašībām. Dūralumīnija trūkums ir nestabilitāte pret koroziju. Lai aizsargātu dūralumīniju, to nosedz ar tīru alumīniju, laižot sasildītu dūralumīnija loksni reizē ar alumīnija loksni starp rotējošiem veltniem. Spiediena rezultātā abu lokšņu saskaršanās vietā notiek metāla savstarpēja iespiešanās no vienas loksnes otrā. Tādu metāla aizsardzību pret koroziju sauc par plākēšanu. Dūralumīniju plaši izmanto lidmašīnu, kuģu un citu aparātu slogotām detaļām, kas izgatavotas kalot un štancējot.

- **Izmantojamie avoti:**
- **Jānis Avotiņš “Metālapstrāde” Jelgava 2009.**
- **K. Ķirsis „Konstrukciju materiāli” ESF 2005.**
- **O. Pētersons. „Materiālmācība metālapstrādātājiem”, Jumava, 1999.,**
- **O. Pētersons, „Materiālmācība un konstrukciju materiālu apstrāde”. Rīga, LJA, 1996.**