

**UNIVERZITET U ZENICI
MAŠINSKI FAKULTET U ZENICI**

BAKAR I NJEGOVE LEGURE - MESINZI

-SEMINARSKI RAD-

Mentor:
V prof dr. Nađija Haračić

Student:
Velispahić Sejad

Zenica, 2008 .

UVOD

1.1 -Položaj bakra(Cu) u periodnom sistemu elemenata-

- Cu -



Slika 1. Položaj bakra(Cu) u periodnom sistemu elemenata [7.]

-Tabelarni prikaz opštih osobina bakra [7.]

| Opšti podaci o bakru | |
|---------------------------|-------------------------------|
| IME, SIMBOL, ATOMSKI BROJ | BAKAR, Cu, 29 |
| PRIPADNOST SKUPU | PRELAZNI METAL |
| GRUPA, PERIODA | VIII B, 4 |
| GUSTINA, TVRDOĆA | 8920 kg/dm ³ , 3,0 |
| BOJA | CRVENKASTA |
| Osobine atoma | |
| ATOMSKA MASA | 63,546 u |
| ATOMSKI RADIJUS | 135 (145) pm |

| | |
|--|--|
| KOVALENTNI RADIJUS | 138 pm |
| van der Valsov RADIJUS | 140 pm |
| ELEKTRONSKA KONFIGURACIJA | [Ar]3d¹⁰4s¹ |
| e⁻NA ENERGETSKIM NIVOIMA | 2, 8, 18, 1 |
| OKSIDACIONI BROJEVI | 1, 2, 3, 4 |
| OSOBINE OKSIDA | SREDNJE BAZNI |
| KRISTALNA STRUKTURA | REGULARNA ZIDNO CENTRIRANA |

| Najstabilniji izotopi | | | | | |
|------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| izotop | zast. | vrijeme pouraspada | način raspada | energija raspada MeV | proizvod raspada |
| ⁶³ Cu | 69,17% | stabilni izotop sa 34 neutrons | | | |
| ⁶⁴ Cu | Vještački radioaktivan izotop | 12,7 sati | zarobljavanje elektrona | 1,675 | ⁶⁴ Ni |
| | | | β ⁻ | 0,579 | ⁶⁴ Zn |
| ⁶⁵ Cu | 30,83% | stabilni izotop sa 36 neutrons | | | |
| ⁶⁷ Cu | Vještački radioaktivan izotop | 61,9 sati | β ⁻ | 0,58 | ⁶⁷ Zn |

1.2. Historija upotrebe

Bakar je bio poznat u davnim vremenima. Neka od najvećih starih nalazišta bakarne rude nalazila su se okolo velikih jezera na granici SAD-a i Kanade, pronađeno je više od 10 000 mjesta iskopa od kojih neka potječu iz 3000. godine p.n.e., čiji grumeni su mogli dosegnuti težinu od 100 kilograma. Geohemijska analiza je potvrdila da je taj bakar bio eksportiran do Južne Amerike jer su njegovi tragovi nađeni u grobovima Inka, a postoje realne teorije da je taj bakar bio prodavan i Egiptu i drugim Bliskoistočnim zemljama posredništvom takozvanih "Naroda sa mora". Zbog svoje mekoće, bakar se upočetku koristio za nakit, no otkrićem obrade hladnim postupkom dobili su dvostruku tvrdoću, čime su dobili alat i oružje potrebne tvrdoće. Jedina mana te obrade je bila krhkost.

Najstariji dokazi korištenja bakra potječu iz 8000. godina p.n.e. iz Turske, Cayonu Tepesi, u blizini kojeg se nalaze rudnici bakra koji se i danas eksploatiraju. Sve veća upotreba bakra uzrokovala je promjene u tadašnjem društvu. Pojavile su se skupine prvih specijalista, rudara, kovača, metalurga. Sve važnija je bila potraga za rudom. Tako se s vremenom do 3800. godine p.n.e, proširila upotreba bakra po cijelom Mediteranu i obalama Atlantika. Paralelno sa bakrom, došlo je i do eksploatacije zlata, srebra i olova. Oko 3500. godine otkrivaju arsen koji dodaju bakru, čime povećavaju njegovu tvrdoću, a time nastaje arsenova bronca.

1.3 Jedinjenja

CuSO_4 ima baktericidne osobine, a bezvodni je jaka stipsa (upija vodu). Kompleksna jedinjenja bakra su stabilna, ipak dosta lako se mjenja oksidacion broj bakra u takvim jedinjenjima i zato se ona često koriste kao katalizatori. Vodeni rastvori soli bakra(I) imaju intezivnu zelenu, a rastvori soli bakra(II) intenzivnu plavu boju.

Bakar sa kalajem, cinkom, molibdenom i drugim prelaznim metalima čini grupu rastopa koji se uopšteno nazivaju bronziti. Od njih su najpoznatiji: tombak koji podsjeća na zlato i koji ima veoma dobre mehaničke osobine i otpornost na koroziju.

1.4. Legure i njihov značaj

Čisti metali se rijetko upotrebljavaju. U pravilu metali sadrže nečistoće i/ili legirajuće elemente koji se dodaju s namjerom. Ovi elementi mogu biti primljeni u kristalne rešetke osnovnog materijala ili mogu stvoriti posebne nove faze. U praksi se najčešće upotrebljavaju **legure** ili **slitine**. **Legure** nastaju legiranjem (slijevanjem) najmanje dvaju ili više elementa (komponentata). Pod legurom se smatraju materijali s metalnim svojstvima koji se sastoje od dva ili više osnovnih materijala. Od kojih je najmanje jedan metal, kao što je to primjer olova u bronci ili nemetala kao ugljik u čeliku. Legure su ugljični čelik, niskolegirani čelik, visokolegirani čelik, bronca, mesing, duraluminij i silumin.

FAZE

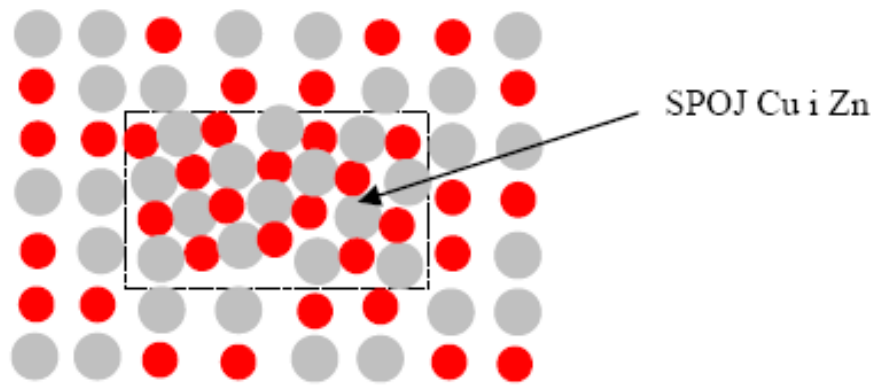
Postoje dvije vrste legura **jedno-fazne slitine** i **više-fazne slitine**.

1.5. Rastvorljivost

Kad mi počinjemo kombinirati dva materijala, kao kod dodavanja legirajućih elemenata metalu, mi stvaramo leguru. Mi smo zainteresirani koliko svakog materijala se može kombinirati bez nastajanja nove, dodatne faze. Drugim riječima mi smo zainteresirani kolika je rastvorljivost jednog materijala u drugi.

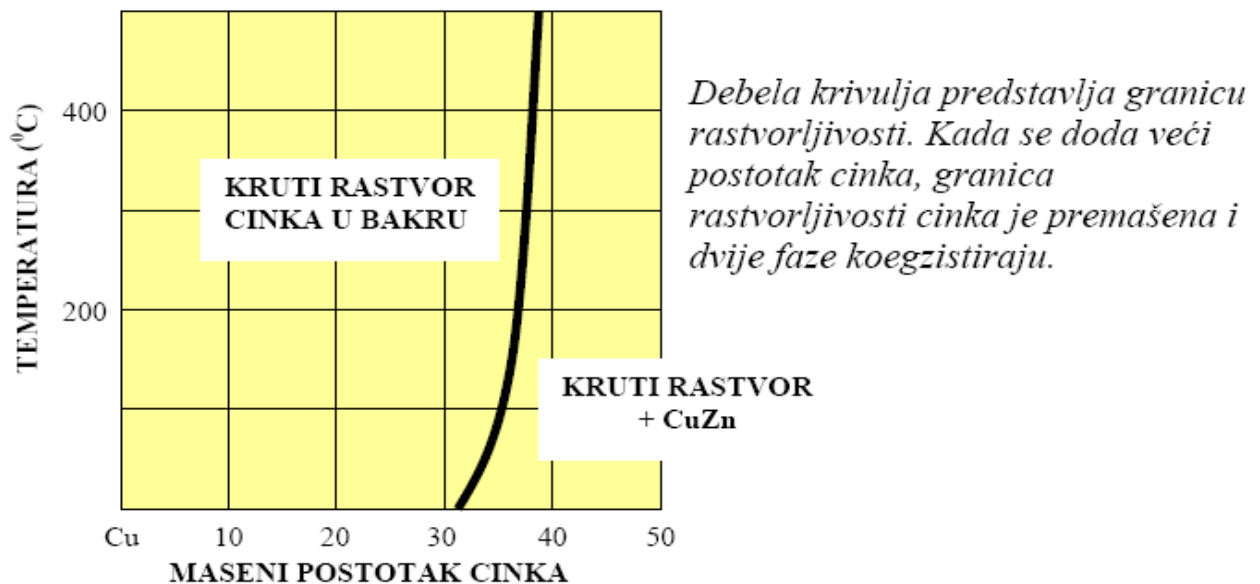
Ograničena rastvorljivost - Kad ubacimo malu količinu soli (jedna faza) u čašu vode (druga faza) i to pomiješamo, sol će se kompletno rastvoriti u vodi. Samo jedna faza se nalazi u vodi (slana voda). Ipak ako mi dodamo još više soli, višak soli potone na dno. Sada imamo dvije faze: zasićena voda sa soli i višak krute soli. Možemo zaključiti da sol ima ograničenu rastvorljivost.

Ako dodamo malu količinu tekućeg cinka tekućem bakru, nastaje jednofazna tekućina. Ako se ova **Cu-Zn** legura skrutne i ohladi na sobnu temperaturu nastat će samo jedna faza koja ima **FCC** strukturu. Ako taljevina sadrži više od **30% Zn**, neki višak cinkovih atoma se spaja sa nekim atomima bakra i formiraju **spoj**. Dvije čvrste faze su sada prisutne: čvrsti spoj bakra zasićen sa otprilike **30% Zn plus CuZn (slika 2.)**. Rastvorljivost cinka u bakru je ograničena.



Slika 2. Legura bakra i cinka sadržava više od 30 % cinka, zbog ograničene rastvorljivosti cinka u bakru formira se druga faza. [7.]

(Slika 3.)- pokazuje dio **Cu-Zn** faznog dijagrama, koji ilustrira rastvorljivost cinka u bakru na relativno malim temperaturama. Rastvorljivost raste sa porastom temperature.

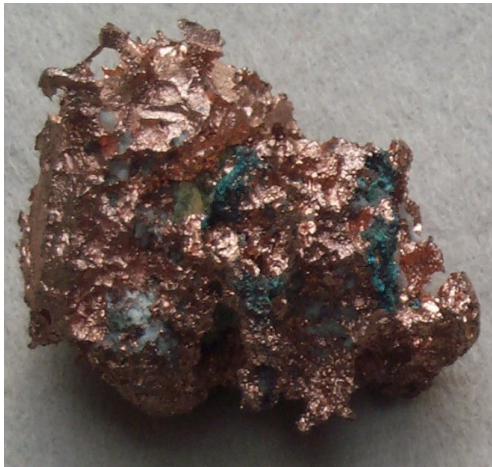


Slika 3. Rastvorljivost cinka u bakru [7.]

GLAVNI DIO

1.6. –Dobijanje i osobine bakra (Cu)-

Bakar se dobija iz sulfidnih ruda *halkopirita* i *halkozina*, s tim da se proces proizvodnje dijeli u dvije faze od kojih je prva dobijanje sirovog Cu, a druga predstavlja rafiniranje sirovog bakra koje se vrši topioničkim prečišćavanjem u elektro pećima i elektrolitičkim putem. Prema **JUS C.D1.002** razlikujemo dvije vrste bakra u zavisnosti od načina rafiniranja tj. *topionički Cu* i *elektrolitički Cu*.



a)



b)

Slika 4. Bakar (a) i halkopirit (b) [7.]

Bakar je najznačajniji među neplemenitim metalima. Bolji provodnik od njega je samo srebro, koje je plemeniti metal. To je metal srednje čvrstoće. Vrlo je istegljiv i može da se oblikuje plastičnom deformacijom na sobnoj temperaturi (naročito je istegljiv na $t = 800-900^{\circ}\text{C}$).

On ima to svojstvo da kad se zagrijava ne prelazi direktno u tečno agregatno stanje na svojoj temperaturi topljenja, već najprije omekša kao tijesto. Na toj temperaturi bakar se lako kuje, valja i izvlači. U pogledu korozije, bakar je otporan na vazduh, jer mu se stvara po površini tanka zelena skrama-patina ($\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$), koja ga štiti od dalje korozije.

Otporan je na običnu i morsku vodu, ali nije na organske kiseline i amonijak. Kako je neotporan na sumpor, ne smije da dođe u dodir sa sa gorivom koje

sadrži sumpor. Zbog toga što je vrlo otporan na vazduh, upotrebljava se za zaštitu drugih materijala od korozije (gvožđa i čelika).



Slika 5. Primjena upotrebe bakra u izradi podmornica s obzirom na njegova antikorozivna svojstva [7.]

1.7. Čist bakar se loše lije, jer rastvara gasove sa kojim dolazi u dodir, kao što su kiseonik, ugljen-dioksid i dr. Pri očvršćavanju on ispušta te gasove i na mjestu gdje je bio gasni mjehur ostaje pora. Tako odlivku slabe mehanička svojstva. Zato mu se dodaje fosfor za dezoksidaciju, čime mu se sposobnost livenja znatno poboljšava. Odlično se lemi. Dobro se legira sa mnogim metalima i to: cinkom, aluminijumom, silicijumom, olovom i dr. U odnosu na čisti metal legure bakra imaju mnogo bolja mehanička svojstva, mnogo mnju električnu provodljivost, mnogo se bolje liju i pogodnije su za obradu rezanjem.

Bakar ima kubnu površinski centriranu rešetku(Kubna rešetka bakra – [slika 6.](#)) i strukturu oblika poliedarskih kristala sa većim brojem dvojnika. Mehanička svojstva čistog bakra u žarenom stanju su dati u (*tabeli 1*):

Tabela 1. [3.]

| | |
|-----------------------------|---|
| Granica tečenja | 57 MPa |
| Zatezna čvrstoća | 227 MPa |
| Udarna žilavost | 1080 J |
| Tvrdoća | 32,7 HB |
| Modul elastičnosti E | $12,7 \cdot 10^{22}$MPa |
| Modul klizanja | $4,8 \cdot 10^{22}$ MPa |

(Slika mikrostrukture bakra u žarenom stanju – [slika 7.](#))

A prema stepenu čistoće bakra razlikujemo 4 kategorije bakra koje su date u (tabeli 2):

Tabela 2. [1.]

| Klasa kvaliteta bakra | Min. količina bakra (%) | Upotreba |
|------------------------------|--------------------------------|--|
| Topionički bakar 1 | 99,00 | Za ložišta, sprežnjake i naglavke kotlovskih cijevi |
| Topionički bakar 2 | 99,25 | Za polufabrikate trgovačkog kvaliteta i za legure nepropisane visoke čvrstoće |
| Topionički bakar 3 | 99,50 | Za limove, cijevi, trake, žice, legure za valjanje, presovanje i kovanje sa više od 60% Cu |
| Topionički bakar 4 | 99,75 | Za limove, cijevi, trake, žice, legure za valjanje, presovanje i kovanje sa više od 60% Cu |
| Elektrotehnički bakar | 99,5-99,9 | Za elektrotehničke potrebe |

1.8. Plastična deformacija bakra

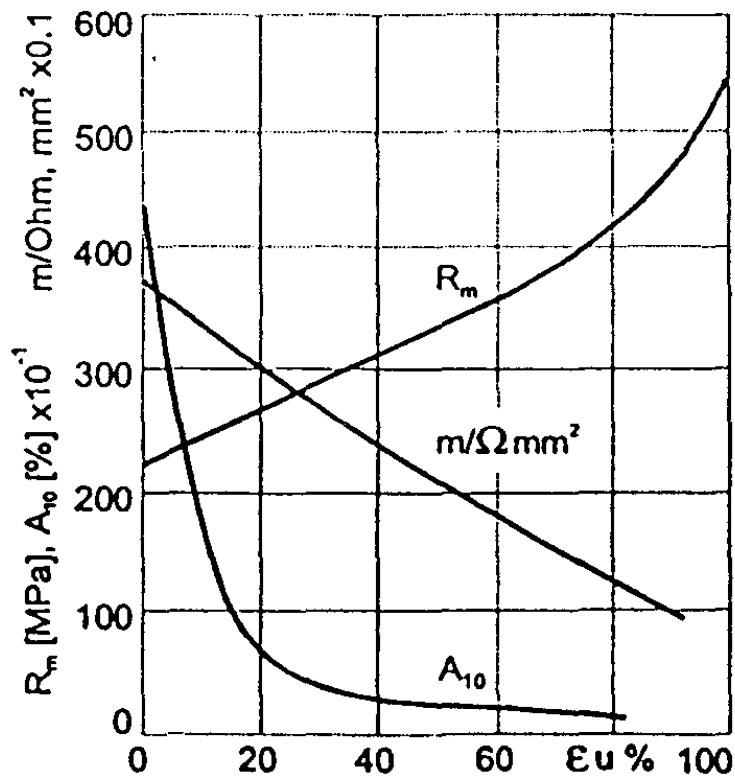
Kako Cu ima površinski centriranu kubičnu resetku i malu čvrstoću R_m od 200MPa, on posjeduje veliku duktilnost, te se deformacijom može dobro hladno i vruće oblikovati. Cu se može dobro polirati, tako da reflektira preko 90% vidljivog svjetla. Druga karakteristika je vrlo dobra električna i toplinska vodljivost. Razlikuje se:

- Bakar s primjesama kisika od 0.02-0.05% i zbog Cu_2O na granicama kristalita bakra nešto su lošija mehanička svojstva od dezoksidiranog Cu dok se električna vodljivost zbog udjela O ne smanjuje.

-Cu se dezoksidira uglavnom s P i Li. Na taj način se dobiju bolja mehanička svojstva. Ali zbog onečišćenja sa P i drugim dezoksidirajućim elementima znatno opada električna vodljivost. Tako, npr. već 0.04% P smanjuje električnu vodljivost bakra za 20% .

-Može se proizvesti i Cu koji nema ni oksida ni ostataka dezoksidirajućih elemenata.

Mehanička svojstva Cu se mogu mijenjati samo hladnom plastičnom deformacijom (**slika 8.**). Rekristalizacionim žarenjem iznad 200°C vraća se hladno deformirani Cu u prvobitno stanje. Kod žarenja i zagrijavanja mora se paziti da bakar ne dođe u dodir sa H jer vodik difundira u njemu i veže s kisikom stvarajući pri zagrijavanju unutrašnje pukotine – **vodikovu bolest bakra**. U vrućem stanju bakar se valja u temperaturnom intervalu između 600 i 800°C.



Slika 8. Promjena mehaničkih osobina hladnom plastičnom deformacijom [4.]

1.9. Čist bakar je slabo zavarljiv a takođe mu je slaba livkost zbog velike sklonosti da u sebe upija gasove. Bakar zavisno od načina dobijanja može biti: **katodni, bezkiseoničan, kiseonični i dezoksidiran.**

Katodni bakar je osnovni oblik elektrolitički rafinisanog bakra visoke čistoće. Služi za dobijanje bezkiseoničnog i dezoksidisanog bakra, a koristi se kao anoda u galvanskoj tehnici.

Bezkiseonički bakar se dobija elektrolitičkim putem, ima vrlo visoku čistoću, a pretapa se u vakumu. Koristi se za izradu dijelova u elektrotehnici od kojih se zahtijeva visoka električna provodljivost. Podesan je za zavarivanje, tvrdo lemljenje, i veoma je plastičan.

Kiseonički bakar se dobija pretapanjem katodnog bakra u oksidacionoj atmosferi. Ako je u oznaci prisutan simbol E, tada je bakar podesan za izradu dijelova u elektrotehnici, a ako nema simbola E onda se radi o topioničarskom bakru namjenjenom za topljenje ili za izradu legura.

Dezoksidisani bakar ima vrlo visoku čistoću sa prisustvom fosfora i drugih elemenata koji potiču od sredstava za dezoksidaciju. Veoma je plastičan, dobro se zavaruje i tvrdo lemi.

Bakar se izrađuje u obliku polufabrikata (**Slika 5.**): šipki, profila, žica, limova, i traka, cijevi i vučenih žica, u različitim stanjima čvrstoće označeni posebnim simbolima. Tako se u praksi i javlja oznaka za stanje čvrstoće zasnovana na korištenju starih jedinica za zateznu čvrstoću, npr. Č20 koja označava meko stanje sa zateznom čvrstoćom od 20Kp/mm^2 (200 MPa).





Slika 9. Visokokvalitetni proizvodi od bakra [7.]

1.10. Legure bakra se mogu klasificirati prema

- načinu izrade,
- namjeni,
- broju glavnih legirajućih elemenata,
- prirodi glavnih legirajućih elemenata.

Prema načinu izrade razlikuju se :

- legure za livenje, koje se odlikuju livenjem u pješčane kalupe, kokile ili se liju centrifugalno ili pod pritiskom.
- legure za gnječenje, koje se oblikuju presovanjem, valjanjem, vučenjem itd.

Prema namjeni razlikuju se :

- legure za dodavanje i dezoksidaciju,
- legure za spajanje, lemljenje i zavarivanje

Prema broju legirajućih elemenata postoje:

- dvokomponentne,
- trokomponentne,
- složene Cu-legure.

2. MESING – legure bakra s cinkom (CuZn)

Legure bakra s cinkom, koje se u praksi nazivaju mesinzi imaju u svom sastavu više od 50% bakra, a odlikuju se visokom otpornošću prema koroziji kao i dobrim mehaničkim svojstvima zbog čega je široko primjenjen materijal u mašinstvu.

Mada mesing može biti i višekomponentna legura, ipak se pod mesingom podrazumijeva legura bakra i cinka. Može se reći da se najbolji odnos mehaničkih svojstava postiže pri sadržaju cinka od oko 40%. Naime zatezna čvrstoća raste sve do 44- 45% cinka, ali plastičnost (izduženje) blago opada već poslije 30% cinka.

Mehanička svojstva mesinga zavise kako od sdržaja cinka u leguri, tako i od stepena eventualne mehaničke obrade. U tom smislu se kod mesinga, s obzirom na na stepen izvršene hladne deformacije, razlikuju sljedeća stanja:

- meko,
- polutvrdo,
- tvrdo,
- opružno tvrdo.

Mesing ojačan usljed izvršene hladne deformacije, može se ponovo dovesti u plastično stanje ako se izvrši njegovo rekristalizaciono žarenje na temperaturi od 500–700°C. Pri ovome se uklanjaju i štetna unutrašnja naprezanja i postiže najbolja plastičnost. Mesing je sklon spontanoj pojavi prskotina u toku dužeg vremena, radi postojanja zaostalih napona kao posljedice obrade deformacijom. Osnovni razlog za ovo leži u tzv. naponskoj koroziji. Ovo se može izbjeći višesatnim niskotemperaturnim žarenjem (na 250°C). Međutim potpuna efikasnost se postiže samo primjenom potpune rekristalizacije na oko 600°C.

Osnovna podjela mesinga prema tehnološkoj namjeni je sljedeća:

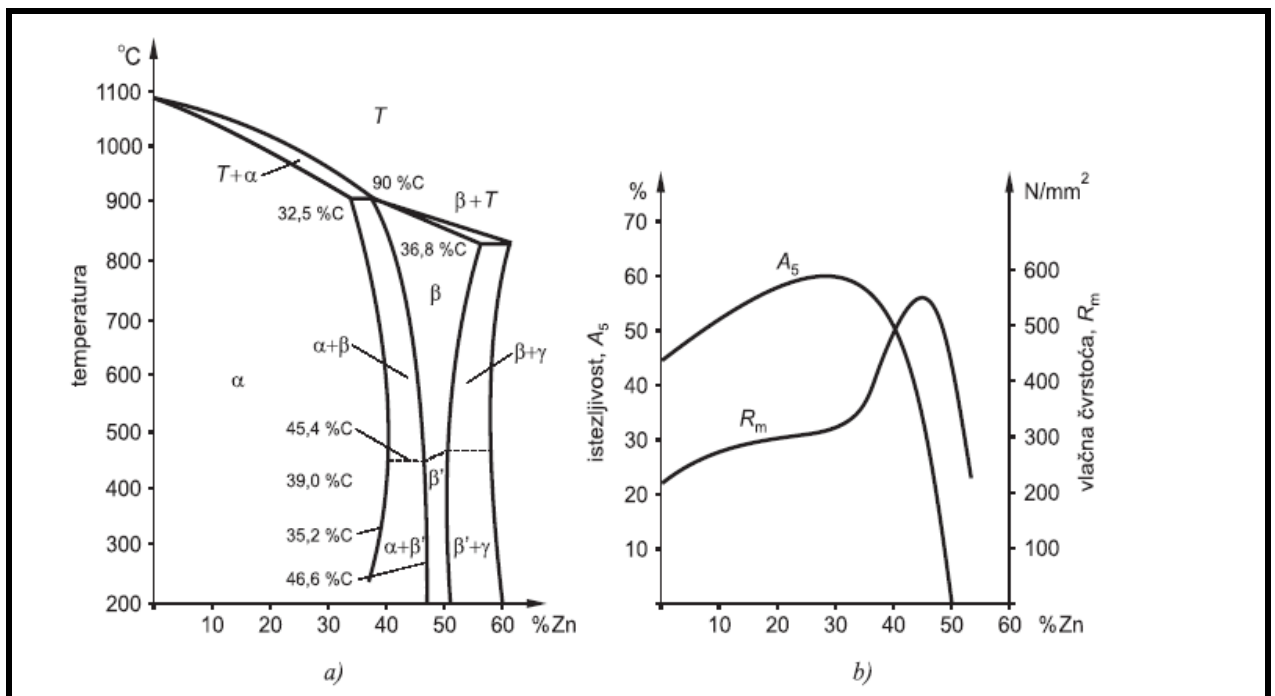
- mesing za gnječenje,
- mesing za livenje

Oštra razlika između ovih vrsta ne postoji. Treba napomenuti da je obrada deformacijom u hladnom stanju teža ukoliko raste sadržaj cinka u leguri (*raste tvrdoća, opada plastičnost*). Ako je sadržaj cinka oko 36%, mesing se normalno obrađuje deformacijom u hladnom stanju. Pri sadržaju od 36-42% cinka, može se obrađivati i u hladnom i u toplom stanju.

Plastičnost mesinga raste sa opadanjem sadržaja cinka do 28%, tako da su legure sa 28 do 33% cinka izuzetno pogodne za hladno oblikovanje.

2.1. Dijagram stanja Cu-Zn

Glavne legure bakra s cinkom, mjedi, su najrasprostranjenije legure bakra s vrlo raznolikom primjenom koja slijedi na osnovi sljedećih svojstava: dobre električne i toplinske vodljivosti, dobrih mehaničkih svojstava, mogućnosti prerade u hladnom i toplom stanju i antikorozivnosti. Vežu između mikrostrukture i mehaničkih svojstava mjedi može se pratiti usporedbom ravnotežnog dijagrama stanja Cu-Zn i dijagrama u kojem je prikazana ovisnost vlačne čvrstoće i istezljivosti o udjelu cinka (Slika).



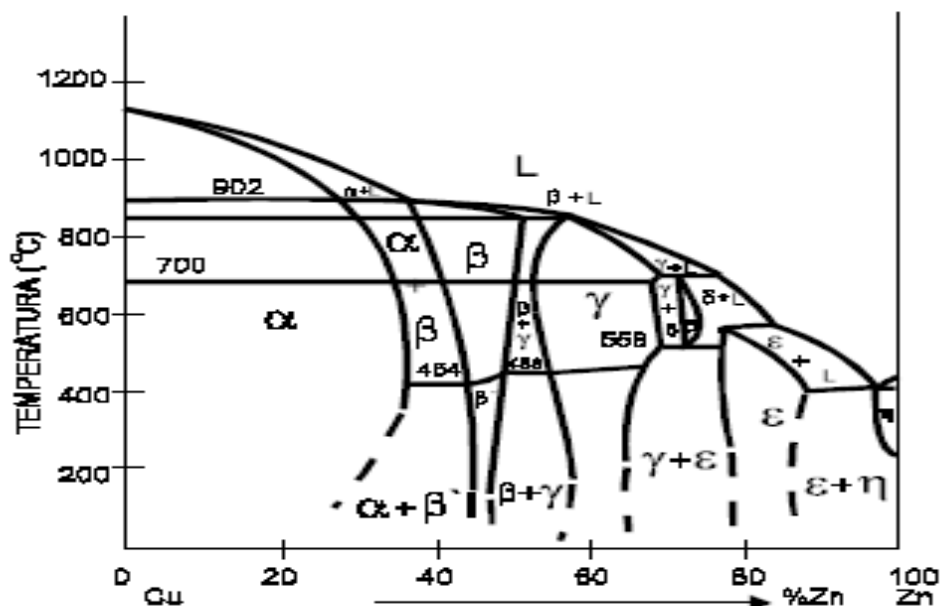
Slika 10. Dijagram stanja Cu-Zn (a) i prikaz utjecaja cinka na mehanička svojstva (b) [6.]

Pri peritektičnoj temperaturi od 902°C bakar otapa do 32,5 %Zn. Topljivost raste sa sniženjem temperature do 39 %, pri 454°C. Uz vrlo sporo hlađenje, što omogućava postizanje ravnoteže, rastvorljivost cinka u bakru opada do 35,2 % pri 250°C. Difuzija cinka je vrlo spora, tako da uz industrijske brzine ohlađivanja ostaje na sobnoj temperaturi oko 37 % Zn otopljenog u kristalima mješancima bakra označenih sa α .

Porastom udjela cinka u leguri iznad 37 % pojavljuje se u mikrostrukturi intermetalna faza β' (sređena struktura) koja odgovara sastavu Cu-Zn. β' -faza je tvrda, ali prilično žilava na sobnoj temperaturi. Zagrijavanjem iznad 454°C prelazi u oblik β (nesređena struktura) koja je oblikovljiva deformiranjem. Između 45 i 50 %Zn legura je monofazna. Mikrostruktura se sastoji samo od intermetalne faze β' . Daljnji porast udjela cinka iznad 50 % dovodi do pojave γ -faze u mikrostrukturi. Ona je vrlo krhka i zbog toga je legura nepovoljna za inženjersku primjenu. Zbog takvih svojstava pojedinih faza tehničke legure ne sadrže više od **44 %Zn**. Na osnovi prethodnog razmatranja mjedi se mogu razvrstati na hladno i toplo gnječene (oblikovljive) legure:

- **Hladno gnječene α -mjedi** su po mikrostrukturi jednofazne homogene legure
- **Toplo gnječene ($\alpha + \beta$) - mjedi** su legure sa više od 37 %Zn i do 60 %Cu i gotovo su potpuno oblikovljive toplom preradom.

Lijevane mjedi imaju u pravilu 36 % do 43 %Zn i 1 % do 3 %Pb, a **posebne mjedi još i nikla, aluminija, željeza, kositra ili mangana**. Posjeduju uski interval skrućivanja i zbog toga ne dolazi do segregacija u zrnju. Ove legure nisu predviđene za hladno oblikovanje zbog heterogene ($\alpha+\beta$)-mikrostrukture (*Slika 10*), pa se primjenjuju u lijevanom stanju zbog povišene čvrstoće.



Slika 11. Heterogena ($\alpha+\beta$)-mikrostruktura[7.]

2.2. Treće komponente u mesingu

Aluminij- Al znatno povećava čvrstoću, a jače ne mijenja istežanje i plastičnost. Dodaci aluminija na površini formiraju tanke oksidne filmove, što na temperaturi žarenja znatno štiti od oksidacije. Dodatkom 2% Al potpuno prestaje oksidacija mesinga na višim temperaturama.

Željezo- Fe u mesingu usitnjuje njegovo kristalno zрно. Dodaci iznad 0.2%Fe povećavaju čvrstoću i temperaturu rekristalizacije mesinga.

Nikal- Dodaci Ni u mesingu povećavaju njegovu otpornost prema koroziji i usitnjavaju zрно kod žarenja. Legurama iz $\alpha + \beta$ područja znatno povećavaju čvrstoću, dok se taj utjecaj u legurama iz α - područja ne primjećuje.

Mangan- Mn povećava antikorozijsku otpornost mesinga u morskoj vodi. Do 4% Mn povećava čvrstoću, bez smanjenja žilavosti i plastičnosti. Veći dodaci Mn smanjuju znatno duktilnost. Mn daje mesingu lijepu smeđu boju.

Fosfor- P u mesingu usitnjava zрно i smanjuje unutarnja naprezanja.

Silicij- Si utiče uglavnom na ljevkost mesinga.

Olovo- Pb se dodaje mesingu radi povećanja njegove rezljivosti. Mesingu se Pb dodaje ako je namjenjen obradi na automatima.



Slika 12 . Neki proizvodi na bazi Cu-Zn [7.]

Tabela 3. Bakarne legure za livenje - mehanicke karakteristike [2.]

| Naziv legure | Mehaničke karakteristike | | | | | | | | | |
|-------------------|--------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|---------------------|------------|---|--|--------------------|----------------|------------------------|
| | Oznaka | Napon. tečenja daN/mm ² | Zatez. čvrstoća daN/mm ² | Procent izduženja % | Tvrdoća HB | Modul elast. daN/cm ² | Modul klizanja daN/cm ² | Poiss. koef. μ | Gustina ρ | Koef. širenja α |
| Mesing | P.Cu64Zn | 6 | 15 | 10 | 55 | 0.9 · 10 ^{2·3} do 1.4 · 10 ^{2·3} | 0.35 · 10 ^{2·3} do 0.37 · 10 ^{2·3} | 0.32-0.42 | 84-88 | 19 · 10 ^{2·3} |
| | K.Cu62Zn | 8 | 25 | 25 | 85 | | | | | |
| | T.Cu60Zn | 8 | 25 | 8 | 85 | | | | | |
| Specijalni mesing | T.Cu60ZnMn1C30 | 10 | 30 | 15 | 80 | | | | | |
| | P.Cu58ZnMn2C45 | 15 | 45 | 20 | 125 | | | | | |
| | P.Cu58ZnMn2C60 | 25 | 60 | 15 | 150 | | | | | |

Tabela 4. Bakarne legure za livenje –upotreba [2.]

| Naziv legure | Oznaka | Napon tečenja | Smjernice za primjenu |
|-------------------|----------------|---------------|---|
| Mesing | P.Cu64Zn | 6 | Razne armature, oklopi, okovi i razni konstrukcioni dijelovi za opću upotrebu i za elektroindustriju. |
| | K.Cu62Zn | 8 | Odlivci metalno svijetlih površina, armature, dijelovi za elektroindustriju, okovi i sl. |
| | T.Cu60Zn | 8 | |
| Specijalni mesing | T.Cu60ZnMn1C30 | 10 | Za odlivke izložene velikim pritiscima vode ili plina, dobro se lije i lemi -tvrdo i meko. |
| | P.Cu58ZnMn2C45 | 15 | Liv visoke čvrstoće i žilavosti, ali osrednje klizavosti, čaure, brodske elise i dr. |
| | P.Cu58ZnMn2C60 | 25 | Liv vrlo visoke statičke čvrstoće i tvrdoće, ali manje podesan za dinamička opterećenja, dijelovi ventila i sl. |

Tabela 5. Bakarne legure za gnječenje – mehaničke karakteristike [2.]

| Naziv legure | Oznaka | Mehaničke karakteristike | | | | | | | | |
|--------------------------|-------------|--------------------------------------|-------------------|-------------------|------------|---|--|---------------------|--------------------------------------|--------------------------------|
| | | Zatez.čvrst. daN/ mm ² | Proc.izduz. % | | Tvrdoća HB | Modul elast. daN/cm ² | Modul kliz. daN/cm ² | Poiss. koef μ . | Gustina ρ kg/dm ³ | Koef. lin.šir. α (-) |
| | | | A _{11,3} | A _{5,65} | | | | | | |
| Mesing | Cu56ZnPb | - | - | - | - | 0.9 · 10^{2:3} do 1.4 · 10^{2:3} | 0.35 · 10^{2:3} do 0.42 · 10^{2:3} | 0.32 do 0.42 | 8.4 do 8.8 | 19 · 10^{2:3} |
| | Cu58ZnPb | 37-51 | 25-5 | 28-6 | 75-125 | | | | | |
| | Cu60Zn | 34-48 | 30-10 | 33-12 | 70-125 | | | | | |
| | Cu62ZnPb | 29-43 | 45-16 | 48-18 | 50-120 | | | | | |
| | Cu63Zn | 29-41 | 45-15 | 48-17 | 60-95 | | | | | |
| | Cu67Zn | 28-50 | 40-5 | 45-6 | 55-115 | | | | | |
| | Cu72Zn | 25-38 | 40-18 | 45-20 | 50-90 | | | | | |
| | Cu80Zn | 26-42 | 40-15 | - | 55-90 | | | | | |
| | Cu85Zn | 25-40 | 40-15 | - | 55-90 | | | | | |
| | Cu90Zn | | | | | | | | | |
| Specijalni mesing | Cu58ZnPb1Mn | - | - | - | - | 1.1 · 10^{2:3} do 1.2 · 10^{2:3} | 0.425 · 10^{2:3} do 0.46 · 10^{2:3} | 0.30 | 8.8 | 17 · 10^{2:3} |
| | Cu58ZnAl1 | | | | | | | | | |
| | Cu58ZnAl2 | | | | | | | | | |
| | Cu70ZnAl1Si | | | | | | | | | |
| | Cu71ZnSn1 | | | | | | | | | |
| | Cu76ZnAl2 | | | | | | | | | |

Tabela 6. Bakarne legure za gnječenje – polufabrikati i primjena [2.]

| Naziv legure | Oznaka | Smjernice za primjenu | Oblici polufabrikata | | | | | |
|--------------------------|--------------------|---|---|-------|-------|--------|------|-------|
| | | | Ploč.lim.la. | Traka | Šipka | Profil | Žica | Cijev |
| Mesing | Cu56ZnPb | Tanki presovani limovi za elektrotehn. i građev. | - | - | + | + | - | - |
| | Cu58ZnPb | Armature, dijelovi koji se izrađuju struganjem na automatima, za dijelove satova, usnih harm. | (+) | + | + | (+) | + | + |
| | Cu60Zn | Za opruge, armature i sl. | + | + | + | + | + | + |
| | Cu62ZnPb | | - | (+) | + | - | (+) | - |
| | Cu63Zn | Za plas.oblikovanje na hladno, kondenzator.cijevi, limovi za nagrivanje, žice za metalne tkanine. | + | + | + | + | + | + |
| | Cu67Zn | Za cijevaste zakovice, za valjane vijke, za hladnjake | (+) | (+) | + | + | (+) | + |
| | Cu72Zn | Kondenzatorske i druge cijevi za izmjenjivače toplote, limovi i trake za duboko izvlačenje. | + | + | + | - | (+) | + |
| | Cu80Zn | Talasaste elastične cijevi, metalna crijeva, dijelovi za elektrotehniku i nakit. | + | + | + | + | (+) | + |
| | Cu85Zn | Instalaterski dijelovi u elektrotehnici, nakit. | (+) | + | (+) | - | (+) | (+) |
| | Cu90Zn | | (+) | + | (+) | - | (+) | (+) |
| Specijalni mesing | Cu58ZnPb1Mn | Za obradu na automatima, držači kod ležajeva. | Oznaka + znači da je uobičajena izrada legure u odgovarajućem obliku. Oznaka (+) znači da se odgovarajući oblik izrađuje samo po porudžbini. Oznaka – kazuje da nije uobičajena izrada odgovarajućeg oblika legure. | | | | | |
| | Cu58ZnAl1 | Za presovane i kovane osovine. Podesan za velike brzine klizanja. Otporan prema koroziji. | | | | | | |
| | Cu58ZnAl2 | Kao i prethodni veće čvrstoće. | | | | | | |
| | Cu70ZnAl1Si | Za opruge, trake i žice, za elektromotore sa dvokaveznim motorom. | | | | | | |
| | Cu71ZnSn1 | Za cijevi i tijela za kondenzatore i izmjenjivače toplote. | | | | | | |
| | Cu76ZnAl2 | | | | | | | |

Tabela 7. Uporedne oznake bakarnih legura za livenje [2.]

| | | JUS | DIN | GOST |
|----------------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------|-------------|
| Bakarne legure za livenje | Mesing | P.Cu64Zn | G.Ms64 | |
| | | K.Cu62Zn | G.Ms62 | |
| | | T.Cu60Zn | G.D.Ms60 | |
| | Specijalni mesing | P.Cu60ZnMn1C.30 | G.SoMs60F30 | |
| | | P.Cu58ZnMn2C.45 | G.SoMs57F45 | |
| | | P.Cu58ZnMn2C.60 | G.SoMs57F60 | |

Tabela 8. Uporedne oznake bakarnih legura za gnječenje [2.]

| | | JUS | DIN | GOST |
|------------------------------------|--------------------------|--------------------|------------------|-------------|
| Bakarne legure za gnjecenje | Mesing | Cu56ZnPb | Ms56 | |
| | | Cu58ZnPb | Ms58 | |
| | | Cu60Zn | Ms60 | |
| | | Cu62ZnPb | Ms6Pb | |
| | | Cu63Zn | Ms63 | |
| | | Cu67Zn | Ms67 | JI68 |
| | | Cu72Zn | Ms72 | JI70 |
| | | Cu80Zn | Ms80 | JI80 |
| | | Cu85Zn | Ms85 | JI85 |
| | | Cu90Zn | Ms90 | JI90 |
| | Specijalni mesing | Cu58ZnPb1Mn | SoMs58Pb | |
| | | Cu58ZnAl1 | SoMs58Al1 | |
| | | Cu58ZnAl2 | SoMs58Al2 | |
| | | Cu70ZnAl1Si | SoMs70 | |
| | | Cu71ZnSn1 | SoMs71 | |
| | | Cu76ZnAl2 | SoMs76 | |

3. ZAKLJUČCI

Najznačajnija upotreba bakra je u elektronici (dalekovodi, generatori) budući da je bakar vrlo dobar vodič električne struje. Bakar je i dobar vodič topline te se koristi i za izradu cijevi za grijanje. Osim toga se koristi za izradu različitih metalnih predmeta (kotlova, žlijebova), za pokrivanje krovova, itd. Osim čistog bakra, raširena je i upotreba bakrovih slitina (bronce, mjedi) te spojeva (bakreni sulfat - modra galica). Najvažniji proizvođači bakra su Čile, Sjedinjene Američke Države, Indonezija, Australija i Peru. Bakar je glavni izvozni proizvod i osnova gospodarstva DR Konga i Zambije.

Bakar spada u grupu savremenih metalnih materijala upravo iz razloga što je nasao veliku primjenu u elektrotehnici.



Tanka žica – vodič od posebnog bakra



Hladnjaci za računare [7.]

U automobilskoj industriji se koristi u izradi hladnjaka – rebra hladnjaka su najcesce izvedena u vidu talasa. Cijevi hladnjaka kroz koje prolazi tecnost za hladenje su najcesce izradene od bakra i mesinga zbog otpornosti na koroziju

Mesing se koristi u elektrotehnici, kao konstrukcijski i ukrasni materijal, npr. za izradu muzičkih instrumenata. Najčešće je žute boje. Crvenkasta boja bakra gubi se sa povećanjem procenta cinka u leguri. Ima veću čvrstinu od bakra, reaguje na atmosferske uticaje. Primjenjuje se u izradi limova, cijevi i žica.



vijci od mesinga [7.]

4. LITERATURA

[1.] Haračić N.: Materijali I –Predavanja, Mašinski fakultet Zenica, 2007/08.

[2] Hadžipašić A. :Materijali u Mašinstvu,Zenica 2000.god.

[3] Đukić V.: Metalni materijali, ,Beograd 1989.god.

[4] Mamuzić I.:Teorija plastične deformacije metala, Sisak 2000.god.

[6] OručM., Sunulahpašić N.: Savremeni metalni materijali, Zenica 2005.god.

[7]Internet-baze podataka:

**-Izvor: Wikipedija. Dobavljeno iz "<http://hr.wikipedia.org/wiki/Bakar>".
hr.wikipedia.org/wiki/Bakar**

-LEGURE

Format datoteke: PDF/Adobe Acrobat - [Prikaži HTML verziju](#)
1/2), slika 2.6a. Primjer ovog tipa je i sistem Cu-Zn (β' -mesing), slika 2.6b. Ove legure kristališu u VCK. strukturi.

- www.Wikipedia.com

