

Spalvotųjų metalų lydiniai

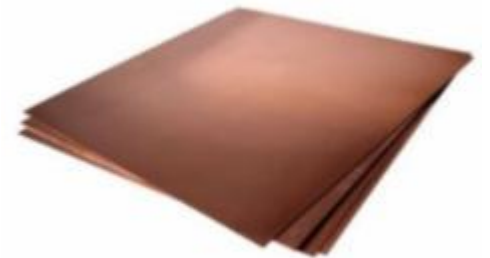
Lekt. dr. Žilvinas Kryževičius

Varis ir jo lydiniai

- Varis – sunkus ($\rho = 8,94 \text{ g/cm}^3$) rusvos spalvos metalas. Jo kristalinė gardelė kubinė centrašonė. Lydymosi temperatūra 1083°C . Iš visų techninių metalų varis (po sidabro) laidžiausias elektrai. Be to, jis labai laidus šilumai.
- Varis atsparus korozijai atmosferoje, gėlame ir jūrų vandenyje, daugelyje cheminių terpių organinėse rūgštyse, šarmuose, sausose dujose.
- Pagrindinės techninio vario priemaišos yra Sb, As, Fe, Ni, Pb, Sn, S, O. Jos blogina elektros bei šilumos laidumą, plastiškumą ir korozinį atsparumą.
- Varis gaminamas įvairaus švarumo: 99,99%, 99,97%, 99,9 %, 99,7 %, 99,5 %, 99,0 % Cu. Švaresnis varis naudojamas elektros laidams gaminti, labiau užterštas – vario lydiniams gaminti.

Skaitmeninė sistema parengta remiantis tarptautiniu standartu ISO/TR7003.

- Skaitmeninė sistema parengta remiantis tarptautiniu standartu ISO/TR7003
 - Pirmojoje žymens padėtyje rašoma didžioji raidė C (copper).
 - Antrojoje padėtyje nurodomos raidės, kurios reiškia:
 - B – perlydomasis lydinys liejiniam gaminti;
 - C – liejinio medžiaga;
 - M – ligatūra (master alloys);
 - R – rafinuotas nedeformuotas varis;
 - S – pridėtinis metalas litavimui ir suvirinimui;
 - W – deformuojų gaminių medžiaga;
 - X – nestandartizuota medžiaga.



- Trečiojoje, ketvirtojoje ir penktojoje padėtyse nurodomi skaičiai nuo 000 iki 999, kurie priskiriami konkrečiai medžiagai. Standartizuotos vario medžiagos žyminos nuo 000 iki 799, nestandartizuotos – nuo 800 iki 999.
- Šeštojoje padėtyje nurodomos didžiosios raidės, nusakančios medžiagos grupes:
 - A arba B – varis;
 - C arba D – mažai legiruotas varis (mažiau negu 5 % kitų elementų);
 - E arba F – įvairūs vario lydiniai, kuriuose kitų elementų yra 5 % arba daugiau;
 - G – vario aluminio lydiniai;
 - H – vario nikelio lydiniai;
 - J – vario nikelio cinko lydiniai; K – vario alavo lydiniai;
 - L arba M – vario cinko lydiniai (binary);
 - N arba P – vario cinko švino lydiniai;
 - R arba S – vario cinko sudėtingi.

Žalvaris – vario lydiniai su cinku

- Cinkas su variu sudaro kietąjį α tirpalą, kuriame ribinė koncentracija kambario temperatūroje 39 % Zn. Tai pakeitimo kietasis tirpalas cinko varyje.
- Didėjant žalvaryje cinko kiekiui iki 33 %, didėja jo stiprumas ir plastiškumas. Plastiškiausias yra žalvaris, kuriame yra apie 33-39 % Zn. Cinko kiekiui viršijus 45 %, pradeda mažėti ir stiprumas, todėl technikoje dažniausiai naudojamas žalvaris, turintis iki 45 % Zn.

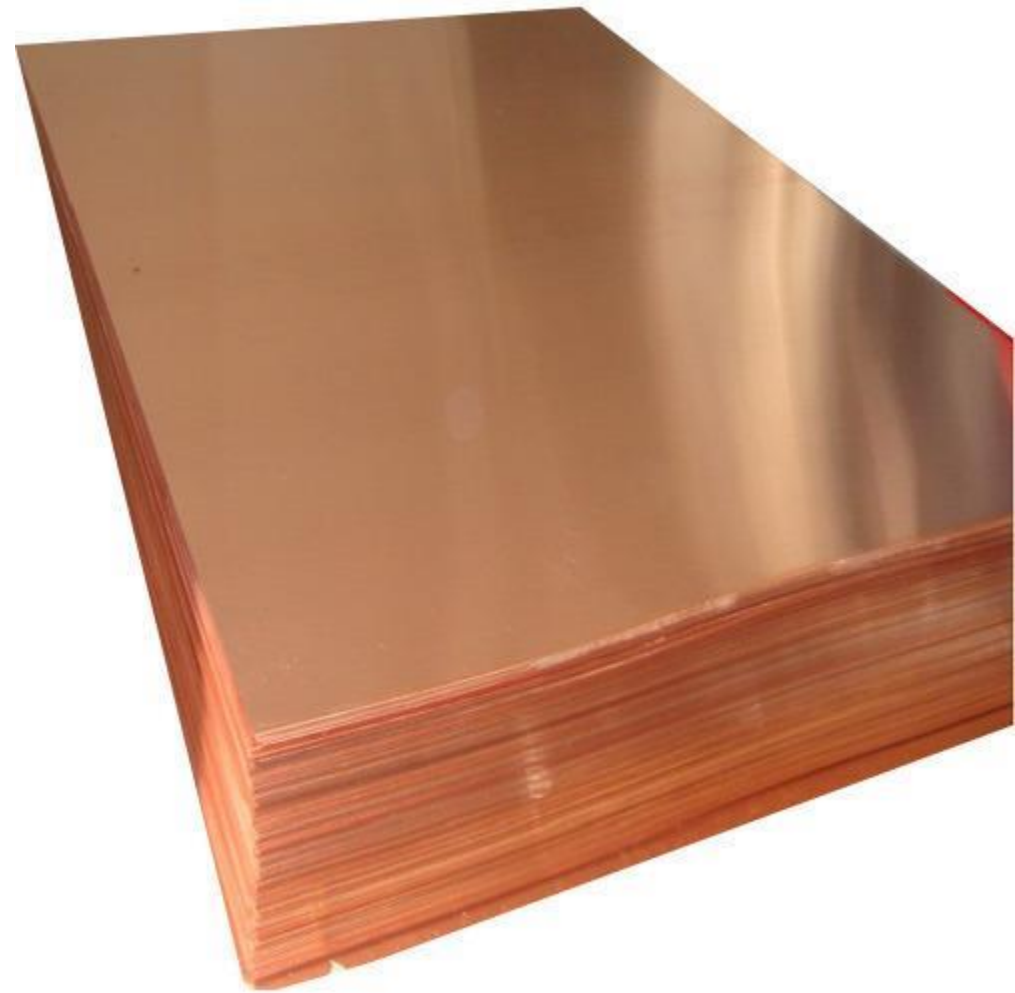


- Daugelis žalvarių turi geras liejimines savybes ir naudojami lietu detalių gamybai. Siekiant pagerinti mechanines bei technologines savybes ir padidinti korozinį atsparumą, žalvaris legiruojamas.
 - Švinas pagerina žalvario apdirbamą pjovimu, todėl švinu legiruoti žalvariai dažnai vadinami automatiniais.
 - Alavas padidina žalvario stiprumą ir atsparumą korozijai jūrų vandenyje. Dėl to alavu legiruotas žalvaris vadinamas jūriniu žalvariu.
 - Nikelis padidina žalvario stiprumą ir korozinį atsparumą.
 - Manganas padidina stiprumą ir korozinį atsparumą daugiausiai legiruojant kompleksiskai kartu su Al, Fe, Sn.
 - Silicis padidina kietumą, stiprumą, o kartu su švinu labai pagerina žalvarių antifrikcines savybes. Dėl to švinu-siliciu legiruoti žalvariai naudojami šildymo guolių įvorėms gaminti.



Bronza – vario lydiniai su alavu, aliuminiu, siliciu, švinu, beriliu.

- Be šių pagrindinių komponentų bronzos papildomai legiruojamos P, Zn, Mn, Fe, Ni,
- Bronzos dažniausiai vadinamos pagal pagrindinio legiruojančiojo elemento pavadinimą: švininės, aliumininės, silicinės kt.



- **Alavinės bronzos.** Praktikoje naudojamos bronzos, turinčios ne daugiau kaip 10-12% Sn. Lietų ir atkaitintų alavinių bronzų, turinčių iki 6-7 % Sn, struktūra vienfazė - α kietasis tirpalas. Šios bronzos yra plastiškos, todėl ruošiniai bei detales iš jų gaminami deformavimo būdu. Esant bronzose daugiau kaip 7 % Sn, jų struktūroje, be kietojo α tirpalo, susidaro eutektoidas ($\alpha + \text{Cu}_{31}\text{Sn}_8$). Jis mažina bronzos plastiškumą, tačiau labai pagerina bronzų liejimines ir antifrikcines savybes. Dvifazės bronzos dažniausiai naudojamos lietsiems detalėms gaminti.

- **Aliumininės bronzos.** Jos yra pigesnės negu alavinės ir naudojamos kaip jų pakaitalas. Technikoje naudojamos alumininės bronzos, kuriose yra iki 11 % Al. Bronzų, turinčių iki 9,8 % Al, struktūra vienfazė: kietasis tirpalas (aluminio tirpalas varyje). Esant daugiau negu 9,8 % Al, bronzų struktūra tampa dvifazė. Ją sudaro kietasis tirpalas ir eutektoidas $\alpha + \gamma'$ (γ' - elektroninis junginys $\text{Cu}_{32}\text{Al}_{13}$). Pagreitintai auštant išlydytoms bronzoms, eutektoidas gali susidaryti ir esant 6-8 % Al.
- Vienfazės alumininės bronzos yra minkštos, plastiškos. Eutektoidas mažina bronzų plastiškumą ir gerina liejimines savybes. Dvifazės bronzos deformuojamos tik karštuoju deformavimu bei naudojamos liejimui. Savybėms pagerinti alumininės bronzos legiruojamos Ni, Fe, Mn, Pb. Legiruotos dvifazės bronzos gali būti stiprinamos termiškai grūdinant ir atleidžiant.

- **Silicininės bronzos.** Silicininės bronzos turi tik iki 3,5 % Si. Jų struktūra vienfazė: α kietasis tirpalas. Jos yra plastiškos, gerai apdirbamos spaudimu, virinamos bei lituojamos, patenkinamai apdirbamos pjovimu. Liejiminės savybės blogesnės negu alavinių arba aliumininių bronzų. Savybių pagerinimui silicinės bronzos legiruojamos Mn, Ni, Pb. Manganas ir nikelis padidina kietumą bei stiprumą. Be to manganas labai padidina tamprumo ribą. Švinas gerina antifrikcines ir pjovimo savybes. Nikeliu legiruotas bronzas galima stiprinti termiškai grūdinant ir sendinant.

- **Berilinės bronzos.** Jose yra $\sim 2\%$ Be. Papildomai legiruojamos Ni ir Ti kiekiais. Berilinės bronzos yra labai stiprios ir tamprios. Be to, jos gerai suvirinamos, gerai apdorojamos pjovimu, pakankamai laidžios elektrai. Jos stiprinamos termiškai grūdinant ir sendinant. Po grūdinimo ir sendinimo jų $R_m \sim 1250 \text{ MP}$, $A = 3 - 5\%$.
- **Švininės bronzos.** Daugiausia naudojamos slydimo guolių įdėklų gamybai. Švinas su variu nesudaro kietųjų tirpalų. Minkšti švino kristalai išsidėsto ant vario grūdelių ribų. Tokia struktūra laiduoja geras antifrikcines savybes. Mechaninėms savybėms pagerinti švininės bronzos legiruojamos alavu ir nikeliu.

Aliuminis ir jo lydiniai

- Aliuminis – lengvas ($\rho = 2,7 \text{ g/cm}^3$) sidabriškai baltos spalvos metalas. Jo kristalinė gardelė kubinė centrašonė. Polimorfinių modifikacijų neturi. Lydymosi temperatūra 660°C .
- Aliuminis – geras elektros ir šilumos laidininkas. Jo paviršiuje susidaro tanki Al_2O_3 oksido plėvelė, apsauganti aliuminį nuo korozijos atmosferoje, vandenyje, koncentruotoje azoto ir daugelyje organinių rūgščių bei kitose terpėse.
- Nuolatinės aliuminio priemaišos (Fe, Si, Mn, Cu, Z, Cr) didina aliuminio kietumą bei stiprumą, tačiau mažina jo elektros laidumą, korozinį atsparumą ir plastiškumą.

Aluminis ir jo lydiniai

- Pagal technologines savybes aluminio lydiniai skirstomi į deformuojamuosius ir liejiminius.
- Deformuojamieji lydiniai turi būti plastiški. Plastiškiausi yra vienfaziai kietojo tirpalo lydiniai, tačiau stiprumui padidinti deformuojamuosiuose lydiniuose leistinas ir nedidelis perteklinių fazių kiekis.

Aluminis ir jo lydiniai

- Liejiminiams lydiniams būtinos geros liejiminės savybės (žema lydymosi temperatūra, geras išlydyto metalo takumas ir kt.).
- Lietoms detalėms gaminti naudojami Al-Si, Al-Cu ir Al-Mg lydiniai. Geriausias liejimines savybes turi Al-Si lydiniai (siluminai). Juose gali būti nedideli kiekiai Cu, Mg, Ti, Zr.
- Liejiminiai Al-Cu (4-5 % Cu) lydiniai yra stipresni negu siluminai. Jie išsaugo pakankamai geras mechanines savybes iki 250-300 °C temperatūros. Lyginant su siluminais, jie geriau apdorojami pjovimu, geriau virinami.
- Geras mechanines savybes turi Al-Mg liejiminiai lydiniai. Jie plastiškesni ir atsparesni korozijai negu siluminai bei Al-Cu lydiniai, tačiau jų liejiminės savybės yra blogesnės.

Aliuminis ir jo lydiniai

- Deformuojamieji aliuminio lydiniai skirstomi į termiškai nestiprinamus, termiškai stiprinamus ir sukepintuosius.
- Deformuojamųjų termiškai nestiprinamų lydinių grupei priklauso aliuminio lydiniai su manganu (1–1,6 % Mn) ir aliuminio lydiniai su magniu (0,4–6,8 % Mg). Vertingiausios deformuojamųjų termiškai nestiprinamų aliuminio lydinių savybės yra plastiškumas, korozinis atsparumas, geras suvirinamumas.
- Pagrindiniai legiruojuojantieji elementai juose yra Cu (1,8 – 6,0 %) ir Mg (iki 1,8 %). Be jų, yra ir nedideli kiekiai Mn, Si, Fe priemaišų. Juos galima sustiprinti grūdinant ir sendinant. Dar labiau sustiprėja derinant deformacinį stiprinimą su terminiu.

Magnis ir jo lydiniai

- Magnis - labai lengvas ($\rho = 1,74 \text{ g/cm}^3$) sidabriškai baltos spalvos metalas. Jo kristalinė gardelė heksagoninė sutankinta. Polimorfinių modifikacijų neturi. Lydymosi temperatūra 650°C . Kaitinamas magnis intensyviai oksiduojasi. 623°C temperatūroje magnis savaime užsidega.
- Magnis kaip konstrukcinė medžiaga nenaudojamas. Šiuo požiūriu žymiai vertingesni magnio lydiniai. Magnio lydiniu savybės yra mažas svoris, didelis santykinis stiprumas, sugebėjimas atlaikyti smūgines apkrovas bei gesinti vibracijas.
- Pagrindiniai šių lydinių trūkumai yra mažas korozinis atsparumas, sudėtinga liejimo technologija bei atliekų polinkis savaime užsidegti. Technikoje dažniausiai naudojami magnio lydiniai su aliuminiu (iki 10 % Al), cinku (iki 6 % Zn) ir manganu (iki 2,5 % Mn). Papildomai legiruojami Zr, Cd, Nd, Ni, ir kitais elementais.

Titanas ir jo lydiniai

- Titanas - lengvas ($\rho = 4,5 \text{ g/cm}^3$) pilkos spalvos metalas. Jo lydymosi temperatūra 1663°C . Vertingos titano savybės yra mažas tankis, didelis santykinis stiprumas bei korozinis atsparumas.
- Žalingos titano priemaišos yra azotas, anglis, deguonis ir vandenilis. Jos padidina titano kietumą bei stiprumą, tačiau sumažina plastiškumą ir korozinį atsparumą. Titanas lengvai apdirbamas spaudimu karštoje ir šaltoje būklėje, gerai virinamas inertinėse dujose, tačiau blogai apdirbamas pjovimu. Titano lydiniai turi geresnes mechanines savybes, dažnai ir atsparesni korozijai už techninį titaną.
- Pagrindinis legiruojantis elementas titano lydiniuose yra aliuminis. Aliuminis padidina lydinių terminį stabilumą (aukštesnėse temperatūrose išlieka geros mechaninės savybės, lydiniai mažiau oksiduojasi). Kartu su aliuminiu titano lydiniai legiruojami Cr, Fe, Mn, Mo, V, Sn.