

Հ.Ա. ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ, Ա.Ս. ԱՂԲԱԼՅԱՆ

ԼԵԳԻՐՈՂ ՏԱՐԴԵՐԻ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ՊՂՆՁԻ ՄԵԽԱՆԻԿԱԿԱՆ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՎՐԱ

Ուսումնասիրվել է մինչև 1,0% լեգիրող տարրերի (Al, Mg, Se, Te, Ca, Cr և Cd) ազդեցությունը պղնձի մեխանիկական հատկությունների վրա: Կատարված հետազոտությունների հիման վրա ընտրվել է լավարկված ֆիզիկամեխանիկական հատկություններով պղնձի համաձուլվածք:

Առանցքային բառեր. լեգիրում, ամրության սահման, հարաբերական երկարացում, կարծրություն, ծակոտկենություն:

Շուկայական հարաբերություններին համահունչ զարգացող ցանկացած երկրի կարևորագույն խնդիրներից է տեղական հումքի պաշարների առավել արդյունավետ օգտագործումը, և այս առումով կարևորվում է նոր համաձուլվածքների ստացման առաջավոր տեխնոլոգիաների մշակումը, հատկապես բարձր էլեկտրահաղորդիչ և լավարկված ֆիզիկամեխանիկական հատկություններով օժտված բարդ և ձևավոր ձուլվածքների ստացումը, որոնց պահանջարկը մեծ է էլեկտրատեխնիկական արդյունաբերությունում:

Հայտնի է, որ մաքուր պղինձն արտադրական պայմաններում ձուլման նպատակների համար գրեթե չի օգտագործվում իր ցածր հեղուկահոսունության, բարձր շիկաբեկունության և մեծ կծկվածքի պատճառով: Պղնձի բարձր էլեկտրահաղորդականությունը հիմնական գործոնն է, որով այն օգտագործվում է որպես նյութ՝ հոսանքահաղորդիչ արտադրատեսակների պատրաստման համար:

Ներկայումս արտասահմանյան մի շարք երկրներում հաշվվում են տարբեր ֆիզիկամեխանիկական հատկություններով օժտված պղնձի հիմքով համաձուլվածքների 100 - ից ավելի մակնիշներ: Սակայն այս համաձուլվածքներից ոչ բոլորն են պիտանի ձևավոր ձուլվածքներ ստանալու համար, որտեղ կարևոր նշանակություն ունեն երկրաչափական պարամետրերը: Մյուս կողմից՝ բարձր ֆիզիկամեխանիկական հատկություններով օժտված ձուլվածքների ստացումը խիստ կերպով կախված է համաձուլվածքի քիմիական բաղադրությունից [1]:

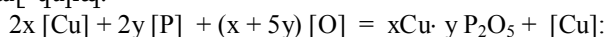
Համաձուլվածքներում պարունակվող հիմնական բաղադրատարրի քանակը տատանվում է լայն սահմաններում, իսկ փոքր սահմաններում թույլատրվում է լեգիրող տարրերի ներմուծումը: Պղնձի հիմքով համաձուլվածքների պատրաստման համար որպես բովախառնուրդային նյութեր օգտագործվել են մաքուր մետաղներ, արտադրական թափոններ, երկրորդային մետաղներ և լիգատուրաներ:

Հալումով համաձուլվածքների պատրաստման եղանակը սովորաբար կատարվում է բաց հալման վառարաններում՝ մթնոլորտային ճնշման տակ: Համաձուլվածքի որակը և քիմիական բաղադրությունը կախված են այն գործընթացներից, որոնք տեղի են ունենում հալման վառարանում:

Աշխատանքի նպատակն է՝ ստանալ բարձր էլեկտրահաղորդականությամբ և ձուլման լավարկված հատկություններով օժտված պղնձի համաձուլվածքներ, որոնցից պատրաստված ձուլվածքները լայն կիրառություն ունեն մեքենաշինության, սարքաշինության, էլեկտրատեխնիկական արդյունաբերության մեջ և այլ բնագավառներում:

Պղնձի համաձուլվածքների ստացման ժամանակ կարևոր խնդիր է համաձուլվածքի թթվածնազերծումն ու գազերով հագեցումից պաշտպանումը: Ինչպես հայտնի է, պղնձի համաձուլվածքների թթվածնազերծումը, այսինքն՝ հալույթում լուծված թթվածնի հեռացումը, իրականացվում է հիմնականում ֆոսֆորով, ածխածնով, բորով և լիթիումով [2]: Աշխատանքում որպես հիմնական բաղադրատարր օգտագործվել է M1 մակնիշի կաթոդային պղինձ (ԳՈՍՏ 859 - 78), իսկ որպես թթվածնազերծիչ՝ ֆոսֆոր (ֆոսֆորային պղնձի ձևով, 7...11 % P պարունակությամբ), որը լավ լուծվում է պղնձում:

Cu - O - P համակարգում խարամային ֆազի գոյացման ռեակցիան կարելի է արտահայտել հետևյալ կերպ.



Վառարանում համաձուլվածքի ստացման ժամանակ մետաղական հալույթը մթնոլորտի հետ փոխազդեցությունից պաշտպանելու համար հալումն իրականացվել է պաշտպանիչ շերտի տակ՝ օգտագործելով փայտածուխ: Պաշտպանումն իրականացվում է ածխածնի անընդհատ այրման հաշվին, հալույթի մակերևույթում ստեղծված ազոտի ու ածխածնի օքսիդից կազմված միջավայրով, վերջիններս էլ չեն փոխազդում հալույթի հետ և այն պաշտպանում են օքսիդացումից:

Վառարանում բովախառնուրդային նյութերը բեռնավորվել են մինչև 100...120°C - ում տաքացված վիճակում: Սկզբում բեռնավորվել է պղինձը՝ մասամբ կամ ամբողջությամբ: Հալույթը գերտաքացվել է մինչև 1200°C, այնուհետև թթվածնազերծվել ֆոսֆորային պղնձով (պղնձի զանգվածի 0,1...0,15% - ի չափով), որից հետո ներմուծվել են համապատասխան լիգատուրաները: Լավ խառնելուց հետո հալույթից հեռացվել է խարամը: Համաձուլվածքների պատրաստման համար օգտագործվել են ինչպես ստանդարտ, այնպես էլ մեր կողմից պատրաստված լիգատուրաներ:

Շատ դեպքերում տեխնիկապես մաքուր պղնձից պատրաստված ձուլվածքները չեն բավարարում ժամանակակից կոնստրուկցիաների պահանջները, հատկապես բարձր ջերմաստիճաններում: Բարձր ֆիզիկամեխանիկական և կրակադիմացկուն բնութագրերից բացի հոսանքահաղորդիչ ձևավոր ձուլվածքների համար կարևոր նշանակություն ունի նաև մաշակայունությունը:

Պղնձի հիմքով բարձր էլեկտրահաղորդականությամբ օժտված համաձուլվածքներ մշակելիս հաշվի է առնվել լեգիրող տարրերի փոխլուծելիության սկզբունքը, ըստ որի՝ պղնձի և լուծվող տարրի ատոմների պարամետրերը պետք է լինեն իրար մոտ ու բյուրեղային վանդակներն ունենան միևնույն կառուցվածքը:

Մյուս տարրերի հետ Cu-ի փոխազդեցության բնույթը որոշվում է քիմիական միացություններ առաջացնելու նրանց ընդունակությամբ և պինդ պղնձում նյութերի լուծելիությամբ: Պղնձում հեշտափալ էվտեկտիկայի առաջացման դեպքում (որոնք տեղաբաշխվում են հատիկների սահմաններում բարակ թաղանթների և փխրուն քիմիական միացությունների ձևով) կտրուկ վատանում են Cu-ի մեխանիկական հատկությունները (ամրություն և պլաստիկություն) պինդ և հատկապես պինդ - հեղուկ վիճակներում: Պինդ պղնձում լուծված տարրերը բարձրացնում են նրա

ամրությունն ու կարծրությունը, բայց այս դեպքում կտրուկ փոքրանում է պղնձի էլեկտրահաղորդականությունը [3]: Սա բացատրվում է նրանով, որ լուծիչի բյուրեղային վանդակում լուծվող նյութի ատոմները տեղաբաշխվելիս աղավաղվում է լուծիչի բյուրեղային ցանցը և դժվարանում էլեկտրոնների ազատ շարժը, որի հետևանքով հաղորդականությունը նվազում է:

Պղնձի լեգիրման համար օգտագործվող տարրերն ընտրելիս հաշվի են առնվել պղնձում դրանց լուծելիության սահմանները:

Աշխատանքում հետազոտման և բարձր էլեկտրահաղորդականությամբ օժտված պղնձի ձուլման համաձուլվածքների մշակման համար ընտրվել են այնպիսի տարրեր, որոնք քիչ են իջեցնում Cu-ի էլեկտրահաղորդականությունը, և, միաժամանակ, ապահովում են բարձր ֆիզիկամեխանիկական և ձուլման հատկություններ, ինչպես նաև կանխում են հալույթը օքսիդացումից՝ նրա հալման, ձուլաձևի լցման և ձուլաձևում նրա պնդացման ընթացքում: Այս դեպքում, ելնելով վիճակի դիագրամից, դիտարկվել են ստացվող համաձուլվածքների կառուցվածքում այն փոփոխությունները, որոնք կարող են առաջանալ լեգիրող տարրերը ներմուծելիս:

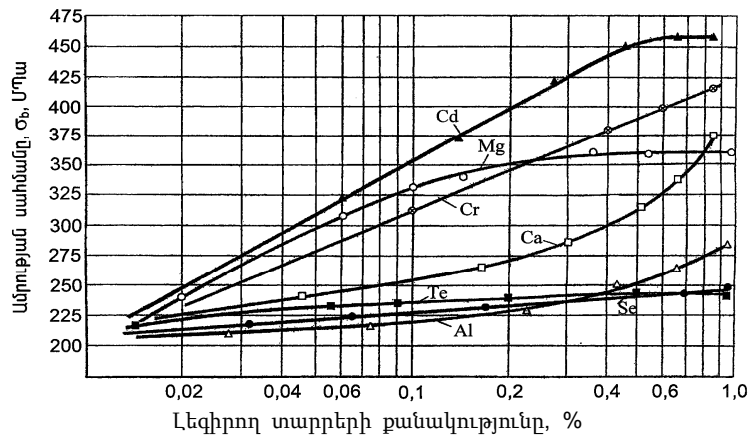
Ելնելով վերոհիշյալից՝ հետազոտություններ կատարելու նպատակով ընտրվել են հետևյալ լեգիրող տարրերը՝ Ca, Cr, Mg, Al, Se, Te և Cd:

Պղնձի համաձուլվածքների հալումը կատարվել է ICT - 0,06 մակնիշի ինդուկցիոն վառարանում, գրաֆիտե տիգելներում: Համաձուլվածքները օքսիդացումից և ջրածնով հարստանալուց պաշտպանելու համար հալումը կատարվել է փայտածխի ծածկույթի տակ, վերջինիս քանակը վերցվել է բովախառնուրդի զանգվածի 2,5...3,0 % - ի չափով:

Ցածր լեգիրված պղնձի համաձուլվածքների մեխանիկական հատկությունների ուսումնասիրման գործընթացներում առանձնակի ուշադրության են արժանի համաձուլվածքների մի շարք բնութագրեր, այդ թվում՝ ամրության սահմանը, հարաբերական երկարացումը, կարծրությունը, ծակոտկենությունը և այլն:

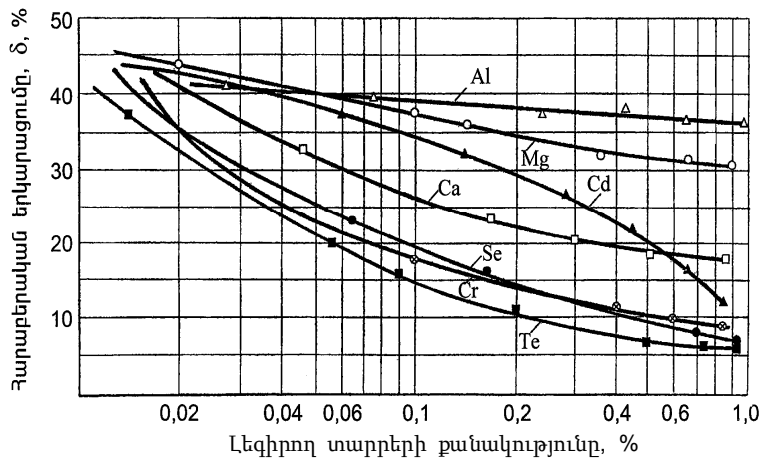
Համաձուլվածքների ամրության սահմանն ըստ ձգման որոշելու համար օգտագործել ենք 6 մմ տրամագծով և 50 մմ հաշվարկային երկարությամբ գլանաձև նմուշներ, ընդ որում՝ յուրաքանչյուր համաձուլվածքից փորձարկվել է 5 նմուշ: Հետազոտությունների արդյունքում պարզվել է, որ ընտրված բոլոր լեգիրող տարրերը բարձրացնում են պղնձի ամրության սահմանը (նկ. 1):

Գիտափորձական արդյունքներից պարզվել է, որ համաձուլվածքներում մինչև 0,6% Cd ներմուծելիս նկատվում է պղնձի ամրության կտրուկ բարձրացում: Այս դեպքում ամրության սահմանը 225 ՄՊա - ից հասնում է 460 ՄՊա: Cu + Mg և Cu + Ca համաձուլվածքներում ամրության սահմանի առավելագույն մեծությունը կազմում է 360...375 ՄՊա, իսկ Cu + 0,88% Cr համաձուլվածքում այն հասնում է 420 ՄՊա: Ամրության բարձրացման համեմատաբար ցածր արդյունք է ստացվում պղինձը Al - ով, Se - ով և Te - ով լեգիրելիս: Te - ի մինչև 0,7% պարունակության դեպքում որոշակի մեծանում է պղնձի ամրության սահմանը, իսկ դրանից բարձր քանակի դեպքում փոփոխություն չի նկատվում:



Նկ. 1. Լեգիրող տարրերի ազդեցությունը պղնձի ամրության սահմանի վրա

Նկ. 2 - ում բերված է ընտրված լեգիրող տարրերի ազդեցությունը պղնձի հարաբերական երկարացման վրա: Չափումների արդյունքում պարզվել է, որ հարաբերական երկարացման առավել շատ նվազում է նկատվում պղինձը Se - ու, Te - ու և Cr - ու լեգիրելիս: Մինչև 0,6% Cd - ու լեգիրելիս պղնձի հարաբերական երկարացումը իջնում է մինչև 17...18%, իսկ 0,8...0,9% Cd - ի դեպքում՝ այն հասնում է 12...13%: 0,1...0,6% Cr - ու լեգիրելիս հարաբերական երկարացումը 18% - ից նվազում է մինչև 10%:

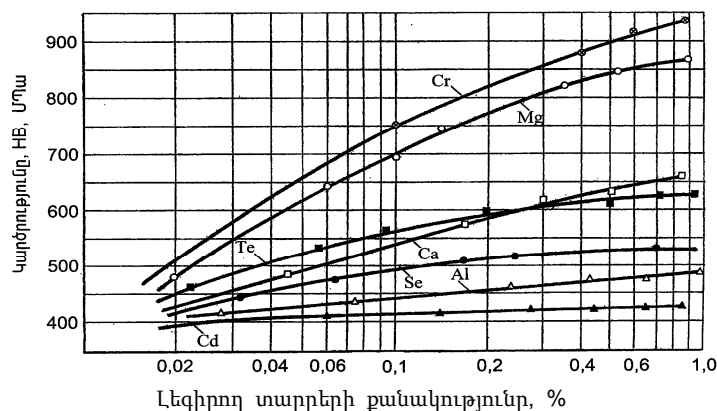


Նկ. 2. Լեգիրող տարրերի ազդեցությունը պղնձի հարաբերական երկարացման վրա

Հետազոտությունները ցույց են տվել, որ մինչև 1,0% Te - ու և Se - ու լեգիրելու դեպքում հարաբերական երկարացման մեծությունը նվազում է մինչև 6...7%, իսկ Cu - Mg համաձուլվածքներում հարաբերական երկարացման մեծությունը իջնում է մինչև 30...32%:

Նմանատիպ արդյունքներ են ստացվել նաև մինչև 1,0% Al - ու լեգիրված համաձուլվածքներում, որտեղ $\delta = 37...38\%$: Cu - Ca համաձուլվածքներում հարաբերական երկարացումը նվազում է մինչև 17...18%:

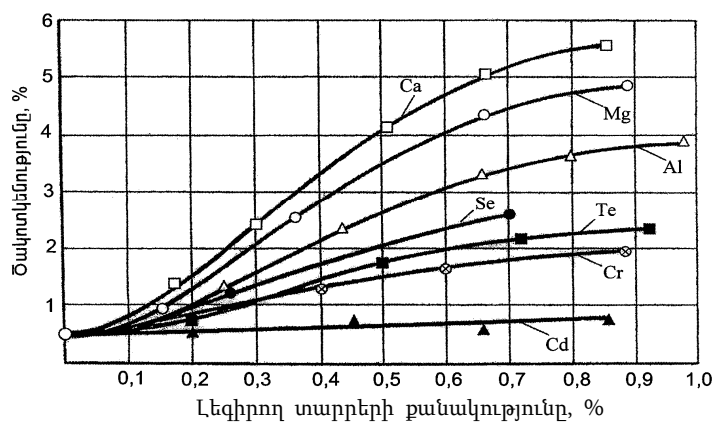
Լեգիրող տարրերը պղնձի կարծրության վրա թողնում են հարաբերական երկարացմանը համանման ազդեցություններ: Պղնձի կարծրության վրա առավել շատ ազդում է Cr - ը, իսկ ամենաքիչը՝ Cd - ը և Al - ը (նկ. 3):



Նկ. 3. Լեգիրող տարրերի ազդեցությունը պղնձի կարծրության վրա

Մինչև 1,0% լեգիրող տարրերով լեգիրված պղնձի համաձուլվածքների հարաբերական ծակոտկենությունը որոշել ենք $\theta = (1 - \gamma_h) \cdot 100$ բանաձևով, որտեղ θ - ն ծակոտկենությունն է, %, γ_h - ն՝ համաձուլվածքի հարաբերական խտությունը, $q/սմ^3$, որը որոշվել է $\gamma_h = \gamma_o / \gamma_{max}$ բանաձևով: Այստեղ γ_{max} - ը պղնձի առավելագույն խտությունն է ($\gamma_{max} = 8,94 q/սմ^3$), իսկ γ_o - ն՝ տվյալ համաձուլվածքից ստացված նմուշի խտությունը, որը որոշել ենք հիդրոստատիկ կշռման եղանակով:

Փորձի արդյունքները բերված են նկ. 4 - ում: Ստացված տվյալներից հետևում է, որ պղնձի ծակոտկենության կտրուկ բարձրացում է նկատվում Ca - ու և Mg - ու լեգիրելիս: Սա պայմանավորված է բյուրեղացման լայն միջակայքի առաջացմամբ: Al - ը և Cr - ը շատ չնչին են մեծացնում պղնձի ծակոտկենությունը, քանի որ Cu + 1,0% Al և Cu + 1,0% Cr համաձուլվածքներն ունեն բյուրեղացման փոքր միջակայք:



Նկ. 4. Լեգիրող տարրերի ազդեցությունը պղնձի ծակոտկենության վրա

Պղնձի մեխանիկական հատկությունների վրա լեգիրող տարրերի ազդեցության վերաբերյալ կատարված հետազոտությունները հիմք են տալիս եզրակացնելու, որ՝

- տեխնիկապես մաքուր պղնձի մեխանիկական հատկությունները բավարար չեն էլեկտրահաղորդիչ ձուլվածքների պատրաստման համար,

- համապատասխանաբար մինչև 0,6% Cd - ու մինչև 0,8% Cr - ու պղինձը լեգիրելիս էլեկտրահաղորդականությունը փոքրանում է՝ կազմելով տեխնիկապես մաքուր պղնձի էլեկտրահաղորդականության 78...88% - ը,

- Cd - ու լեգիրելու դեպքում Cu - Cd համաձուլվածքների ամրության բարձրացմանը զուգընթաց տեղի է ունենում ծակոտկենության փոքրացում,

- ցածր լեգիրված պղնձի մեխանիկական հատկությունները բարձրացնելու նպատակով պետք է կատարել համալիր լեգիրում,

- պղնձի համաձուլվածքներում առավելագույն ֆիզիկամեխանիկական հատկություններ ստացվում են այն Cd - ու, Cr - ու, Ca - ու և Mg - ու լեգիրելիս:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Чурсин В.М.** Плавка медных сплавов. - М.: Металлургия, 1982. - 152 с.
2. Цветное литье / Под общ. ред. **Н. М. Галдина**. - М.: Машиностроение, 1989. - 528 с.
3. **Курдомов А.В., Пикун М.В., Бахтиаров Р. А.** Плавка и затвердевание сплавов цветных металлов. - М.: Металлургия, 1968. - 228 с.

ՀՊՀՀ: Նյութը ներկայացվել է խմբագրություն՝ 20.03.2005:

Դ.Ա. ԿԱՐԱՍԵՏՅԱՆ, Ա.Տ. ԱԳԲԱԼՅԱՆ ВЛИЯНИЕ ЛЕГИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЕДИ

Исследовано отдельное и совместное влияние легирующих элементов на механические свойства малолегированных медных сплавов. На основании проведенных исследований выбран медный сплав, обладающий оптимальными физико - механическими и литейными свойствами.

Ключевые слова: легирование, предел прочности, относительное удлинение, твердость, пористость.

Դ.Ա. ԿԱՐԱՍԵՏՅԱՆ, Ա.Տ. ԱԳԲԱԼՅԱՆ ALLOYING ELEMENT INFLUENCE ON MECHANICAL PROPERTIES OF COPPER

Separate and joint influence of alloying elements on mechanical properties of small alloyed copper alloys is discussed. The studies are conducted on copper alloy possessing optimum of physical-mechanical and foundry properties.

Keywords: alloying, durability, limit, relative lengthening, hardness, porosity.