

G.N. MELIKSETYAN

THE MAIN TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF BRAKE FRICTION MATERIALS

The main servicing characteristics and technical requirements set to the brake friction materials are studied. The working conditions of modern brake pads are investigated. A nomogram of the main directions for improving their performance criteria is proposed.

Keywords: brake pads, friction coefficient, wear rate, braking efficiency.

ՀՏԴ 621.746

Հ.Ա. ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ, Փ.Լ. ԵՐԵՄՅԱՆ, Հ.Ժ. ԳԱԼՍՏՅԱՆ

ԼԵԳԻՐՈՂ ՏԱՐՐԵՐԻ ԱՂԵՑՈՒԹՅԱՆ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆԸ ՊՂՆՁԻ ՀԱՄԱՁՈՒԼՎԱԾՔՆԵՐԻ ՇԻԿԱՔԵԿՈՒՆՈՒԹՅԱՆ ՎՐԱ

Բերված են պղնձի համաձուլվածքների շիկաքեկունության վրա լեգիրող տարրերի ազդեցության փորձնական հետազոտությունների արդյունքները: Լեգիրող տարրերի առավելագույն պարունակությունը վերցված է մինչև 1%: Հետազոտման արդյունքների հիման վրա ընտրվել է պղնձի համաձուլվածքների շիկաքեկունության վրա առավել արդյունավետ ազդող լեգիրող տարրերի պարունակության ռացիոնալ սահմանը:

Առանցքային բաներ. համաձուլվածք, շիկաքեկունություն, ճաք, ճաքակայունություն, կծկվածք, լեգիրող տարր:

Գունավոր մետաղների համաձուլվածքների ձուլման արտադրության զարգացումը պայմանավորված է նոր համաձուլվածքների ստեղծմամբ և կատարելագործված ձուլման տեխնոլոգիաներով բարձրորակ ձուլվածքների ստացմամբ: Ժամանակակից ձուլման արտադրությունում օգտագործվում են մեծ թվով պղնձի ստանդարտ համաձուլվածքներ: Ձուլվածքների ստացման համար համաձուլվածքի ընտրությունը բարդ խնդիր է, քանի որ գործնականում ցանկացած համաձուլվածքից, նույնիսկ ոչ ձուլման, հնարավոր է ստանալ ձուլվածք: Համաձուլվածքն ընտրելիս անհրաժեշտ է հաշվի առնել ձուլվածքի տեխնիկական պահանջները, որոնցում կարևոր է նաև տնտեսական գործոնը:

Համաձուլվածքի բաղադրության մեջ մտնում են՝ առաջնային մետաղներ, երկրորդային ձուլակոճղեր, սեփական արտադրության թափոններ, լիգատուրներ, լեգիրող տարրեր և այլն: Լեգիրող տարրերը ներմուծվում են համաձուլվածքի մեջ տեխնոլոգիական և շահագործական հատկությունները կարգավորելու նպատակով: Գունավոր մետաղների համաձուլվածքների ստացման առանձնահատկությունը համեմատաբար հեշտահալ մետաղներում դժվարահալ լեգիրող տարրեր և հակառակը՝ դժվարահալ մետաղներում հեշտահալ լեգիրող տարրեր ներմուծելու անհրաժեշտ

տությունն է: Հեղուկ հեշտահալ համաձուլվածքում դժվարահալ հալվելանյութերի ներմուծումը պայմանավորված է հիմնական մետաղի չափից ավելի գերտաքացմամբ, իսկ հեղուկ դժվարահալ համաձուլվածքում հեշտահալ մետաղ ներմուծելիս վերջինս կարող է գոլորշիանալ: Նշված երևույթներից խուսափելու համար գունավոր մետաղների համաձուլվածքների ստացման գործընթացում լայն կիրառություն ունեն լիգատուրները:

Ձուլվածքի որակի հիմնական չափանիշներն են մեխանիկական հատկությունները, կառուցվածքային, մաշակայունության, կոռոզիակայունության և տեխնիկական այլ պահանջներին ներկայացվող ցուցանիշները: Վերջինների խախտման դեպքում անխուսափելի է ձուլվածքներում արատների առաջացումը:

Աշխատանքի նպատակն է պղնձի համաձուլվածքների ճաքակայունության բարձրացման համար սակավ լեգիրող հալվելանյութերի ընտրությունը:

Հայտնի է, որ պղինձը համարվում է վատ ձուլման նյութ՝ իր ցածր հեղուկահոսունության, բարձր շիկաբեկունության և մեծ գծային ու ծավալային կծկվածքի պատճառով: Պղնձի ձուլման և մեխանիկական հատկությունների լավացման համար համաձուլվածքը լեգիրում են, որը կապված է որոշակի դժվարությունների հետ, քանի որ այդ դեպքում գրեթե միշտ նվազում է էլեկտրահաղորդականությունը նույնիսկ չնչին քանակով լեգիրող տարրեր ներմուծելիս [1]:

Լեգիրող տարրերի ընտրությունը կատարվել է երկակի վիճակի դիագրամների միջոցով: Համեմատաբար լավ ձուլման հատկություններով և բարձր պլաստիկությամբ են օժտված չնչին հալվելումներով համաձուլվածքները, սակայն դրանց ամրությունը զգալիորեն ցածր է: Համաձուլվածքները, որոնք գտնվում են սահմանային լուծելիության և էվտեկտիկական բաղադրության միջակայքում, օժտված են բավարար մեխանիկական և ձուլման հատկություններով [2]: Բյուրեղացման լայն միջակայք ունեցող պղնձի համաձուլվածքներից ձուլվածքներում առաջանում է ցրված ծակոտկենություն, և դժվար է դրանք ստանալ խիտ և հերմետիկ: Բյուրեղացման նեղ միջակայք ունեցող պղնձի համաձուլվածքներից ձուլվածքներում առաջանում են կենտրոնացված կծկվածքային խոռոչներ, որոնք տեխնոլոգիապես հեշտ տեղափոխվում են վերալիցքի մեջ: Բյուրեղացման լայն միջակայք ունեցող պղնձի համաձուլվածքներից ձուլվածքների ստացման ժամանակ հնարավոր է տաք ճաքերի առաջացում, հատկապես մետաղական ձուլաձևերում ձուլման դեպքում: Պղնձի համաձուլվածքները սառը ճաքերին գրեթե հակված չեն:

Պղնձի համաձուլվածքների հալումը կատարվում է օդում, պաշտպանիչ գազային միջավայրում և վակուումում: Հալման ժամանակ համաձուլվածքի որակի համար առավել կարևոր է թթվածնի, ջրածնի, ծծմբի, վառարանի ներպատվածքի, խարամի ու ֆյուսների հետ համաձուլվածքի փոխազդեցության ընթացքում տեղի ունեցող ֆիզիկա-քիմիական գործընթացների հսկումը: Պղինձը և նրա համաձուլվածքները

հալում են ֆյունների շերտի տակ, որպես ֆյուն օգտագործելով փայտածուխ, երբեմն կրիոլիտի հավելումով: Պղնձի համաձուլվածքների հալման ժամանակ ածխի կիրառումը օգտակար է, քանի որ այն պաշտպանում է հալույթն օքսիդացումից [3]:

Բյուրեղացման ժամանակ ձուլվածքի գծային չափերը սկսում են փոփոխվել այն պահից, երբ մակերևույթում սկսում է առաջանալ բավականաչափ ամուր թաղանթ կամ բյուրեղների չընդհատվող կմախք: Ձուլվածքի գծային կծկվածքի զարգացումը տեղի է ունենում ձուլաձևի հետ մեխանիկական արգելակման պայմաններում: Այլ կերպ ձուլվածքները գործնականորեն միշտ ենթարկվում են արգելակումով կծկվածքի: Այդ պատճառով գծային չափերի իրական փոփոխությունը բնորոշվում է ոչ թե համաձուլվածքի գծային կծկվածքի, այլ արգելակումով (ձուլման) կծկվածքի գործակցով, որի արժեքները տարբեր ուղղություններով կարող է լինել ոչ միատեսակ:

Ձուլվածքի տարբեր մասերում անհավասարաչափ և ոչ միաժամանակյա կծկվածքի հետևանքով ձուլվածքում առաջանում են ներքին լարումներ, որոնք լինում են՝ կծկվածքային, ջերմային և ֆազային: Այն դեպքում, երբ կծկվածքային լարումների մեծությունը գերազանցում է համաձուլվածքի ամրության սահմանը, ապա ձուլվածքում առաջանում են ճաքեր, այսինքն՝ տեղի է ունենում համաձուլվածքի տեղային քայքայում: Ճաքերը ձուլման արատների ամենատարածված տեսակներից են [4]: Ջերմաստիճանից և առաջացման ժամանակից կախված՝ ճաքերը լինում են տաք (բյուրեղային) և սառը: Տաք ճաքերն ունեն սև օքսիդացած մակերևույթ և բավականին ճյուղավորումներ եզրերի միջև: Դրանք առաջանում են բյուրեղացումը սկսելու ջերմաստիճանում, երբ ձուլվածքի միջին մասերում առկա է հեղուկ համաձուլվածքը: Սառը ճաքերն ունեն փայլուն մակերևույթ և եզրերի միջև չնչին ճյուղավորում: Սառը ճաքերն առաջանում են ցածր ջերմաստիճաններում, ձուլվածքի լրիվ պնդացումից հետո:

Արգելակումով կծկվածքի դեպքում տաք ճաքերի առաջացման նկատմամբ համաձուլվածքների հակումը կոչվում է շիկաբեկունություն, իսկ տաք ճաքերի առաջացմանը համաձուլվածքի դիմադրելու ունակությունը, այսինքն՝ առանց քայքայման արգելակումով կծկվածքի որոշակի աստիճանը պահպանելու ունակությունը՝ ճաքակայունություն (շիկաբեկունության հակառակ հատկությունը):

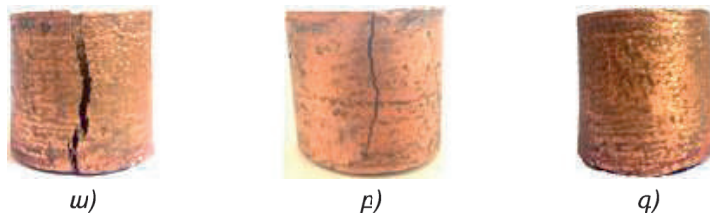
Պղնձի հիմքով համաձուլվածքների հիմնական թերություններից է շիկաբեկունության հանդեպ դրանց հակումը, որն առաջ է բերում ձուլվածքում բյուրեղացման կամ տաք ճաքերի առաջացում, որոնք միշտ առաջանում են գծային կծկվածքը սկսվելու և սոլիդուսի ջերմաստիճանի միջև ընկած ջերմաստիճանային միջակայքում, երբ համաձուլվածքի ամրությունն ու պլաստիկությունը շատ ցածր են: Ճաքերի զարգացումը կարող է տեղի ունենալ նաև մակերևույթային կեղևի լրիվ պնդացումից հետո, այսինքն՝ սոլիդուսի ջերմաստիճանից ցածր ջերմաստիճաններում սառեցնելիս:

Պղնձի համաձուլվածքների ճաքակայունությունը բարձրացնելու նպատակով փորձարկվել են մի շարք լեգիրող տարրեր, այդ թվում՝ ալյումին, կալցիում և քրոմ, որոնք հալույթի մեջ են ներմուծվել համապատասխան լիգատուրների ձևով: Հալումն իրականացվել է ինդուկցիոն վառարանում, փայտածխի ծածկույթի տակ, օգտագործելով գրաֆիտե տիգելներ: Պղնձի մեջ լուծված թթվածինը հեռացվել է թթվածնազերծիչի միջոցով, որի համար օգտագործվել է ֆոսֆորային պղինձ (պղնձաֆոսֆորային լիգատուր)՝ դրա զանգվածի 0,3...0,5%-ի չափով: Ձուլածնի լցումը կատարվել է 1180°C-ում:

Պղնձի հիմքով ցածր լեգիրված համաձուլվածքների շիկաբեկունությունը հետազոտվել է մեր կողմից պատրաստված օղակաձև համակցված նմուշների միջոցով: Նմուշների մետաղական մասերի հետ հեղուկ հալույթի փոխազդեցությունը կանխելու նպատակով դրանք պատվել են ցիրկոնիումի օքսիդի հիմքով կրակադիմացկուն ներկի ծածկույթով:

Հալույթն առանց հատուկ լցանային համակարգի անմիջապես լցվել է պողպատյա ձուլաձողերով պարզագույն մետաղական ձուլածնի մեջ: Հալույթի ջերմաստիճանը չափվել է հատուկ կորունդե ծայրապանակով պլատին –պլատինառողիումային ջերմազույգով: Հալույթը լցվել է լիվիդուսի կետից 100°C - ով բարձր ջերմաստիճաններում: Օղակաձև ձուլվածքի մակերևույթի վրա առաջացած ճաքերի գումարային երկարությունը կամ մակերեսը ընդունվել է շիկաբեկունության ցուցանիշ:

Նկ. 1 - ում բերված է փորձերի արդյունքներով ստացված ցածր լեգիրված պղնձի համաձուլվածքների շիկաբեկունության որոշման օղակաձև նմուշների տեսքերը:



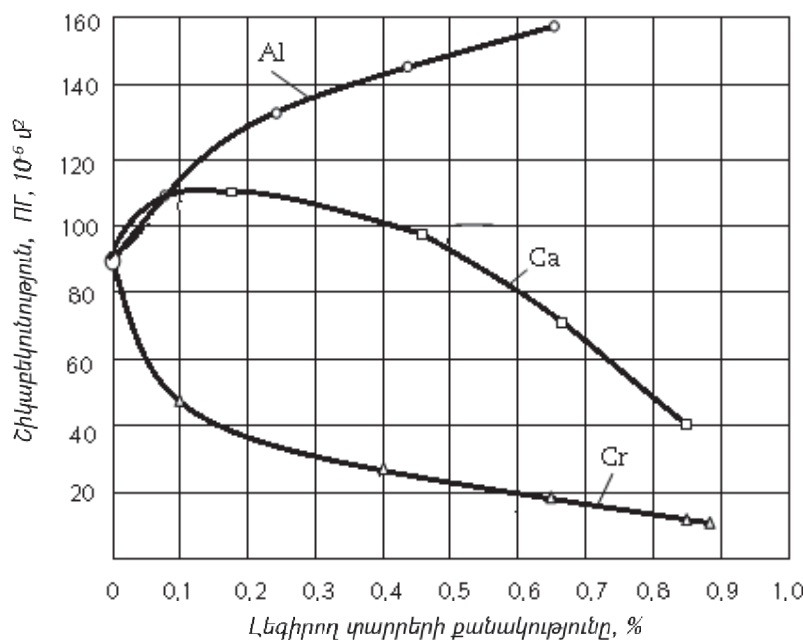
Նկ. 1. Պղնձի շիկաբեկունության վրա լեգիրող տարրերի ազդեցության հետազոտման փորձնական նմուշներ.

ա) Cu+0,65% Al, բ) Cu+0,17% Ca, գ) Cu+0,88%Cr

Յուրաքանչյուր համաձուլվածքի համար ձուլաձողի չափերը պահպանվել են նույնը, իսկ շիկաբեկունության ցուցանիշը հստակ որոշելու նպատակով փորձերը կատարվել են առնվազն հինգ անգամ: Ճաքի երկարությունը, որը սովորաբար լինում է ոլորուն, չափվել է շատ պարզ հարմարանքով: Բռնակի ծայրում ամրացվել է փոքրիկ ատամնանիվ, այն պտտելով ճաքի երկայնքով որոշվել է նրա լրիվ պտույտների թիվը, իսկ ոչ լրիվ պտույտի դեպքում հաշվվել է ճաքի երկայնքով անցած ատամ-

ների թիվը: Ճաքի երկարությունը և լայնությունը չափվել է գործիքային միկրոսկոպով խոշորացմամբ: Շիկաբեկունության ցուցանիշը որոշվել է օղակաձև նմուշի մակերևույթի վրա առաջացող բոլոր ճաքերի գումարային մակերեսով, μ^2 :

Նկ. 2 - ում բերված է ընտրված լեգիրող տարրերի ազդեցությունը պղնձի համաձուլվածքների շիկաբեկունության վրա: Գրաֆիկից երևում է, որ բարձր շիկաբեկունությամբ են օժտված մինչև 0,65% Al պարունակող Cu - Al համաձուլվածքները: Սա բացատրվում է զծային կծկվածքի մեծացումով և տաք ճաքերի առաջացման ջերմաստիճանային միջակայքում հարաբերական երկարացման փոքրացումով:



Նկ. 2. Լեգիրող տարրերի ազդեցությունը պղնձի համաձուլվածքների շիկաբեկունության վրա

Մինչև 0, 17% Ca - ի պարունակության դեպքում Cu - Ca համաձուլվածքների շիկաբեկունությունը մեծանում է, իսկ այնուհետև զգալիորեն փոքրանում է, ընդ որում՝ շիկաբեկունության բարձրացումը բացատրվում է բյուրեղացող պղնձի հատիկների սահմաններում թաղանթի ձևով Cu + $CaCu_5$ էվտեկտիկայի անջատումով, որը տաք ճաքերի առաջացման ջերմաստիճանային տիրույթում փոքրացնում է հարաբերական երկարացումը և միջհատիկային ամրությունը:

Կատարված փորձերի արդյունքները ցույց են տվել, որ մինչև 0,88% Cr պարունակող պղնձի համաձուլվածքներն ունեն չնչին բյուրեղացման միջակայք և օժտված են ամենացածր շիկաբեկունությամբ, հետևաբար՝ սակավ լեգիրված պղնձի համաձուլվածքների ճաքակայունության բարձրացման նպատակով որպես լեգիրող տարր նպատակահարմար է օգտագործել քրոմ մինչև 1% քանակով:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Трухов А.П.** Литейные сплавы и плавка. - М.: Издательский центр “Академия”, 2004. - 336 с.
2. **Курдюмов А.В., Пикунов М.В., Чурсин В.М.** Производство отливок из сплавов цветных металлов. - М.: Металлургия, 1986. - 416 с.
3. **Чурсин В.М.** Плавка медных сплавов. - М.: Металлургия, 1982. - 152 с.
4. **Чернышов Е.А., Евстигнеев А.А., Евлампиев А.А.** Литейные дефекты. Причины образования. Способы предупреждения и исправления. - М.: Высшая школа, 2007. – 234с.

Գ.Ա. ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ, Ս.Լ. ԵՐԵՄՅԱՆ, Ա.Ջ. ԳԱԼՏՅԱՆ

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЛЕГИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ГОРЯЧЕЛОМКОСТЬ МЕДНЫХ СПЛАВОВ

Приведены результаты экспериментальных исследований влияния легирующих элементов на горячеломкость медных сплавов. Максимальное количество легирующих элементов достигает 1%. Намечены рациональные пределы концентраций легирующих добавок, наиболее эффективно влияющих на горячеломкость медных сплавов.

Ключевые слова: сплав, горячеломкость, трещина, трещиностойкость, усадка, легирующий элемент.

H.A. KARAPETYAN, P.L. YEREMYAN, H.DZ. GALSTYAN

INVESTIGATING THE IMPACT OF ALLOYING ELEMENTS ON THE HOT-SHORTNESS OF COPPER ALLOYS

The results of experimental studies of the effect of alloying elements on the hot-shortness of copper alloys are introduced. The maximum quantity of alloying elements amounts to 1%. The rational limits of the dopant concentrations influence the hot-shortness of copper alloys most effectively.

Keywords: alloy, hot shortness, crack, crack resistance, shrinkage, alloying elements.