

**ԶՈՒԼՎԱԾ ՆԻԿԵԼ-ՑԻՆԿԱՅԻՆ ՍՊԻՏԱԿ ՈՍԿՈՒ 585 ՀԱՐԳԻ
ՀԱՄԱԶՈՒԼՎԱԾՔԻ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԻ ԵՎ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ
ՀԵՏԱԶՈՏՈՒՄԸ ՏԱՐԲԵՐ ԶԵՐՄԱՄՇԱԿՈՒՄՆԵՐԻ ԴԵՊՔՈՒՄ**

Կատարվել են տարբեր ջերմամշակման ռեժիմների դեպքում նիկել-ցինկային 585 հարգի ձուլված վիճակում գտնվող սպիտակ ոսկու համաձուլվածքի կառուցվածքի և հատկությունների հետազոտություններ՝ ռենտգենագրային, մետաղագրային, ջերմաձանրաչափական վերլուծությունների միջոցով: Մշակվել են նախնական և վերջնական ջերմամշակման ռեժիմներ:

Առանցքային բառեր. ջերմամշակում, հարգ, սպիտակ ոսկի, համաձուլվածք, ռենտգենագրային, մետաղագրային, ջերմաձանրաչափական, վերլուծություն:

Ընդհանրապես աշխարհում և հատկապես Հայաստանում ոսկերչական արտադրությունը կարևոր տեղ է զբաղեցնում արտադրական ոլորտում: Քանի որ ոսկերչական արտադրության մեջ իրերի մեծ մասը՝ 50...60%-ից ոչ պակաս, ստացվում է ձուլման եղանակով՝ համապատասխան դենդրիտալիկվացված կառուցվածքով, որը հետագայում չի հոմոգենացվում, հետագա մշակումը կատարվում է այդ վիճակում և իրերը ժառանգում են այդ կառուցվածքը և համապատասխան հատկությունները, խնդիր է առաջանում փոփոխել հատկություններն անհրաժեշտ ուղղությամբ, ավելի կոնկրետ.

1. ձուլված շինածոների մշակելիության բարձրացում,
2. կարծրության և ամրության բարձրացում՝ վերջնական շահագործման հատկությունների և ապրանքային տեսքի բարելավման նպատակով:

Նշված խնդիրների լուծման համար ուսումնասիրվել են սպիտակ ոսկու երկակի Au-Ni, Au-Cu, Au-Zn և եռակի Au-Cu-Ni համակարգի վիճակի դիագրամները և Zn-ի ազդեցությունը նշված համակարգերի համաձուլվածքների վրա:

Au և Ni-ը միմյանց մեջ լուծվում են անսահմանափակ ձևով հեղուկ վիճակում, բարձր ջերմաստիճաններում՝ նաև պինդ վիճակում: Հետազոտությունները ցույց են տվել, որ 70% (ատ.) Ni-ի պարունակության դեպքում 812° C-ից սկսած տեղի է ունենում հոմոգեն պինդ լուծույթի տրոհում ոսկու և նիկելի հիմքով պինդ լուծույթների խառնուրդի [1]: Այսպիսով, դանդաղ սառեցված համաձուլվածքներն ունեն երկֆազ կառուցվածք:

Au-Cu համակարգի համաձուլվածքներում սոլիդուսի ջերմաստիճանից ցածր առաջանում են անսահմանափակ պինդ լուծույթներ: Au-Cu համակարգի բնորոշ առանձնահատկությունը դանդաղ սառեցման ժամանակ կարգավորված ֆազի առաջացումն է, որն առաջին անգամ հայտնաբերել է Կուրնակովը, և որի էությունը դիֆուզիոն տեղափոխությունների միջոցով բյուրեղում ատոմների փոխադարձ դասավորության փոփոխումն է: Չկարգավորված AuCu բաղադրության համաձուլվածքի ֆազային փոխակերպությունը տեղի է ունենում հետևյալ կերպ. սկզբում կրիտիկականից ցածր ջերմաստիճանի նվազմանը զուգընթաց չկարգավորված մայրակում առաջանում են կարգավորված սաղմեր, որոնք հետո աճում են չկարգավորված ֆազի հաշվին, և ընդհանուր կարգավորվածությունը կտրուկ մեծանում է:

Au-Zn համակարգում գոյություն ունեն հետևյալ քիմիական միացությունները՝ Au_3Zn (9,95%), AuZn (24,90%) և AuZn_3 (49,6%): Այս միացություններից միայն AuZn է, որ ունի բաց մաքսիմում լիկվիդուսի կորի վրա (725°C), այն դեպքում, երբ Au_3Zn և AuZn_3 միացությունները առաջանում են α և β պինդ լուծույթների կարգավորման արդյունքում՝ համապատասխանաբար 425°C և 515°C -ում: Այս համակարգում կա երկու էվտեկտիկական, երկու պերիտեկտիկական, հինգ էվտեկտոիդային և երեք պերիտեկտոիդային փոխակերպություն:

Ժամանակակից ոսկերչության մեջ շատ են օգտագործվում 585 հարգի սպիտակ ոսկու համաձուլվածքներ: Մեծ կիրառություն ունեն Au-Cu-Ni-Zn համաձուլվածքները: Աղյուսակ 1-ում բերված է ուսումնասիրվող 585 հարգի նիկել-ցինկային սպիտակ ոսկու համաձուլվածքի բաղադրությունը:

Աղյուսակ 1

Սպիտակ ոսկու համաձուլվածքի բաղադրությունը

Տարր	Au	Cu	Ni	Zn
Պարունակ., %	58,5	26,8	8,6	6,1

Ուսումնասիրվող համաձուլվածքը ստացվել է՝ օգտագործելով PROGOLD ֆիրմայի (Իտալիա) ձուլման համար նախատեսված LUX-105 սպիտակ ոսկու լիգատուրա:

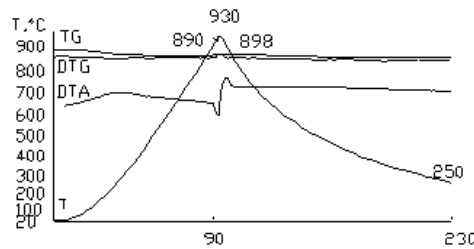
585 հարգի սպիտակ ոսկու համաձուլվածքի ուսումնասիրության համար հիմք է հանդիսանում Au-Cu-Ni համակարգի եռակի վիճակի դիագրամը:

Անմիջապես սոլիդուսի մակերևույթից ներքև բոլոր համաձուլվածքները ունեն նիստակենտրոն խորանարդային ցանցով (Fv12) կառուցվածք: Au-Ni համակարգում առկա համասեռ պինդ լուծույթի տրոհումը Cu -ի ավելացման հետ տեղի է ունենում ավելի բարձր ջերմաստիճաններում՝ հասնելով առավելագույնս 970°C ՝ $20\%\text{Au}+60\%\text{Ni}+20\%\text{Cu}$ պարունակության դեպքում, այսինքն՝ տեղի է ունենում բինոդալ մակերևույթի ջերմաստիճանի բարձրացում՝ Cu -ի հավելման հետևանքով:

Կատարվել է պոլիթերմ կտրվածքի կառուցում՝ 585 հարգի սպիտակ ոսկու համաձուլվածքների համար՝ ելնելով Au-Cu-Ni համակարգի լիկվիդուսի ջերմաստիճանների և երկֆազ տիրույթների ուսումնասիրություններից: Ջերմաձանրաչափական և դիֆերենցյալ վերլուծության եղանակով որոշվել է ցինկի ազդեցությունը լիկվիդուսի և սոլիդուսի ջերմաստիճանների վրա, ինչպես նաև պինդ լուծույթի տրոհման սկզբնական ջերմաստիճանը:

Ջերմագրերի վրա պարզ երևում է, որ 585 հարգի նշված բաղադրության համաձուլվածի լիկվիդուսի ջերմաստիճանը 930°C է, իսկ սոլիդուսինը 890°C (նկ.1):

Ըստ Au-Cu-Ni համակարգի պոլիթերմ կտրվածքի՝ լիկվիդուսի և սոլիդուսի կետերին համապատասխանում են 972°C և 935°C : Այսինքն՝ 585 հարգի սպիտակ ոսկու համաձուլվածքում Zn -ի առկայությունը նվազեցնում է լիկվիդուսի և սոլիդուսի ջերմաստիճանները $40...45^\circ\text{C}$ -ով: Ջերմագրի վրա տրոհման և կարգավորման ջերմային էֆեկտները փոքր են, այդ պատճառով միայն պայմանականորեն կարելի է որոշել տրոհման ջերմաստիճանը՝ $\sim 570^\circ\text{C}$:

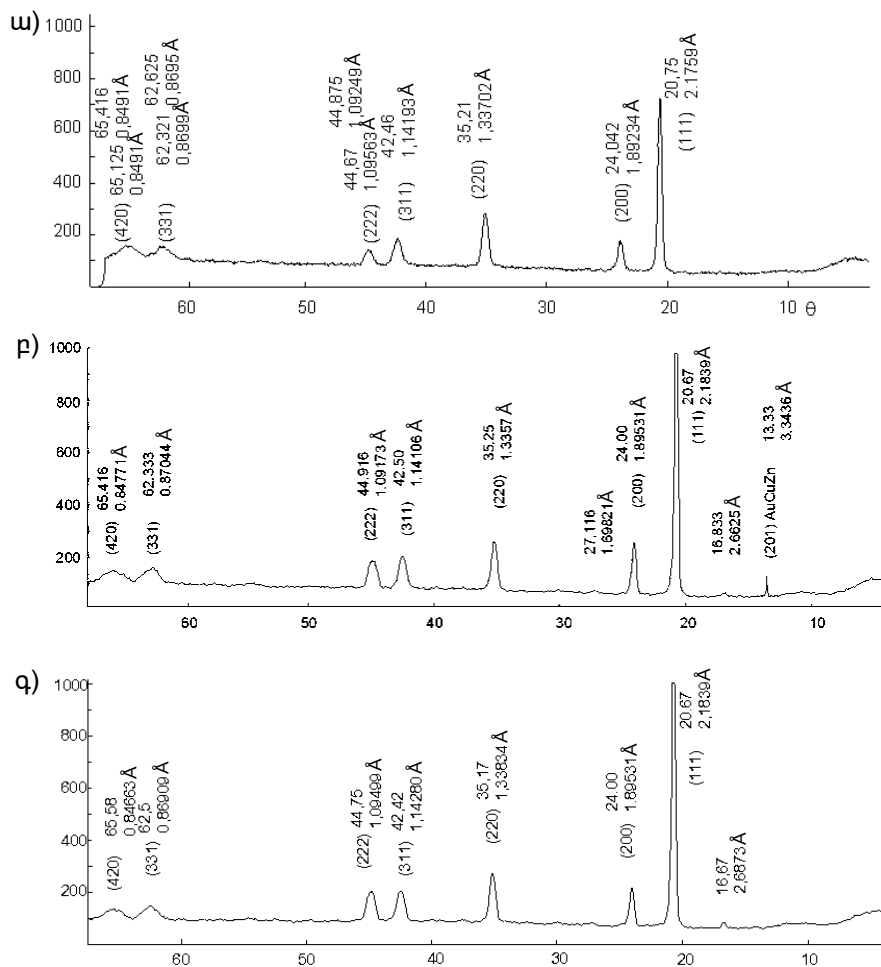


Նկ.1. Au-Cu-Ni-Zn (58,5-26,8-8,6-6,1) համաձուլվածքի
դերիվատոգիրը
TG-գանգվածի փոփոխություն,
DTG-գանգվածի փոփոխության դիֆերենցիալը,
DTA-դիֆերենցիալ-թերմիկ վերլուծության կորը,
T-ջերմաստիճանի փոփոխությունը

Ջերմամշակման փորձարկումներն իրականացվել են հծԿԽ-1,6,2,5.1/9-ԼիձդԽ4.2 մակնիշի լաբորատոր խցային դիմադրության էլեկտրավառարանում՝ տարբեր ջերմաստիճանաժամանակային ռեժիմներով: Որպես նմուշ օգտագործվել են ձուլման կանգնակից կտրրված տեմպլետները: Ելնելով ջերմածանրաչափական վերլուծության տվյալներից և հաշվի առնելով, որ ջերմամշակումն անհրաժեշտ է կատարել ոչ բարձր ջերմաստիճանում՝ զարդերի վրա տեղադրված քարերին չվնասելու համար, ինչպես նաև էներգետիկ կորուստները նվազեցնելու նպատակով, փորձարկումները կատարվում են հետևյալ ջերմաստիճաններում՝ 330°C, 270°C, 250°C՝ տարբեր պահման տևողությունների և սառեցման արագությունների կիրառմամբ: Նշված ռեժիմներով ջերմամշակումներից հետո որոշվել են նաև նմուշների միկրոկարծրությունները կՕՁ-3 միկրոկարծրաչափի վրա՝ 100գ բեռնվածության դեպքում: Ըստ ԳՈՍՏ 9450-76 միկրոկարծրությունը ($կգ/մմ^2$) նշվում է առանց չափման միավորի՝ նշելով բեռնվածությունը [2]: Չափումների արդյունքում ստացել ենք հետևյալ տվյալները. ձուլված համաձուլվածքի համար 195HV0,1, կարգավորված համաձուլվածքի համար ստացվել է նվազագույն միկրոկարծրությունը՝ 115HV0,1, 330°C-ում ձուլված համաձուլվածքի 1 ժամ պահումից և օդում սառեցումից հետո 204HV0,1, նախապես կարգավորված համաձուլվածքը 330°C-ում 1 ժամ պահումից և օդում սառեցումից հետո 214HV0,1: Ըստ երևույթին միկրոկարծրության աճը պայմանավորված է ցինկիդների առաջացմամբ (նկ.2): Առավելագույն միկրոկարծրությունը ստացվել է 250°C-ում 2,5 ժամ պահումից և վառարանի հետ սառեցումից հետո՝ 258HV0,1: Բարձր միկրոկարծրությունը բացատրվում է պինդ լուծույթի տրոհմամբ:

Յուրաքանչյուր ռեժիմի դեպքում կատարվել են մետաղագրային, ռենտգենագրային և միկրոկարծրության որոշման փորձարկումներ, որոնց արդյունքները բերվում են ստորև: Նմուշները ենթարկվել են հաստատուն ռեժիմներով նկարահանման Δ POH-2.0 դիֆրակտոմետրով՝ Cu-K α ճառագայթներով: Նկ.2-ում բերված է 330°C-ում և 270°C-ում տարբեր ռեժիմներով ջերմամշակված համաձուլվածքի ռենտգենագրերը: Ձուլված համաձուլվածքի ջերմամշակումը 330°C-ից ցույց է տալիս, որ այդ ջերմաստիճանում համաձուլվածքը չի կարգավորվում, և հետագայում 270°C-ից օդում սառեցումից հետո կարգավորումը նույնպես բացակայում է: Կարգավորում չկա նաև 270°C ջերմամշակումից հետո:

250°C տաքացումից, 2,5 ժամ պահումից և վառարանում սառեցումից հետո համաձուլվածքի դիֆրակտոգիրը բերված է նկ.4-ում:



Նկ.2. 585 հարգի

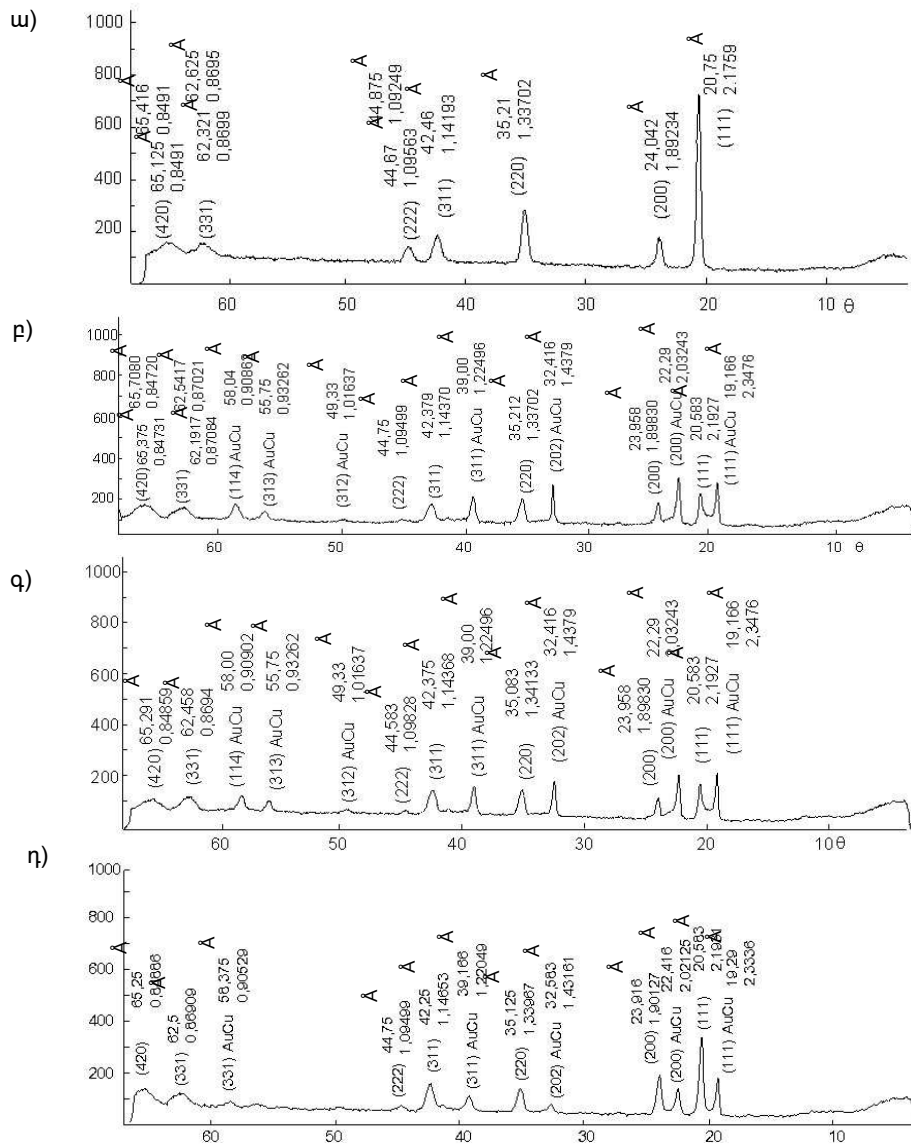
Au-Cu-Ni-Zn 58,5-26,8-8,6-6,1

բաղադրության համաձուլվածքի դիֆրակտոգրերը.

ա) ձուլումից հետո,

բ) 330° C-ում 1 ժամ պահումից հետո՝ սառեցումը օդում,

զ) 330° C-ում 1 ժամ/և 270° C-ում 3 ժամ 15 րոպե պահումից հետո՝ սառեցումը
օդում



Նկ.3. 58.5 հարգի Au-Cu-Ni-Zn 58,5-26,8-8,6-6,1

բաղադրության համաձուլվածքի դիֆրակտոգրերը

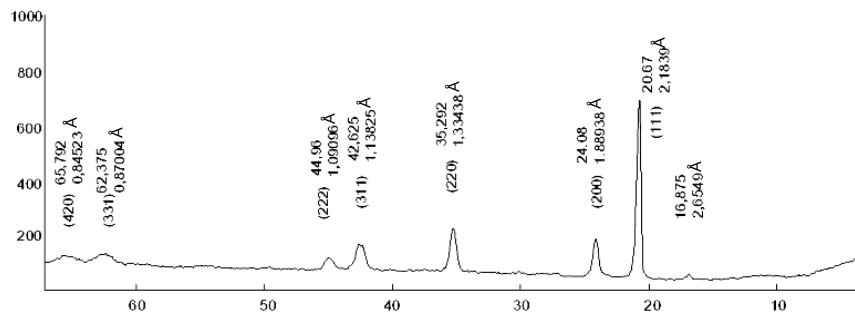
ա) ձուլումից հետո,

բ) 250°C-ում 2 ժամ 45 րոպե պահումից հետո՝ սառեցումը օդում,

գ) 250°C-ում 5 ժամ 45 րոպե պահումից հետո՝ սառեցումը օդում,

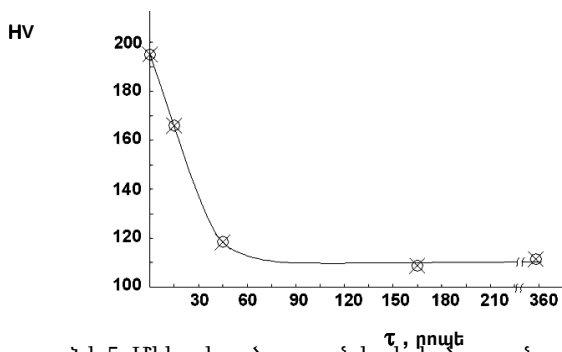
դ) 250°C-ում 5 ժամ 45 րոպե պահումից հետո՝ սառեցումը օդում և

330°C-ում 1 ժամ պահումից հետո՝ սառեցումը օդում

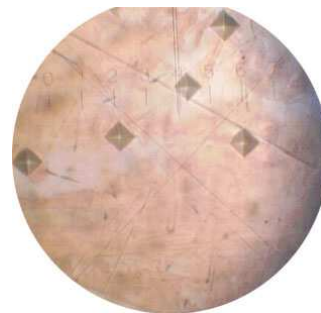


Նկ.4. 585 հարգի Au-Cu-Ni-Zn 58,5-26,8-8,6-6,1 բաղադրության համաձուլվածք դիֆրակտոգրաֆը 250°C-ում 2,5 ժամ պահումից հետո՝ սառեցումը վառարանում

Կարգավորման կինետիկայի որոշմանը զուգահեռ կատարվել է նաև միկրոկարծրության որոշում: Նկ.5-ում բերված է 250°C-ում տարբեր պահման տևողությունների դեպքում միկրոկարծրության կախվածությունը պահման տևողությունից: Կարծրության ցուցանիշները միջինացված են, որովհետև դենդրիտային լիկվացիայի հետևանքով հատիկն անհամասեռ է: Այդ տարբերությունը երևում է միկրոկարծրության չափման հետևանքով առաջացած հետքերից (նկ.6):



Նկ.5. Միկրոկարծրության կախվածությունը պահման տևողությունից



Նկ.6. Միկրոկարծրության չափման, հետքերը, (500

Կատարվել են նաև ձուլված և ընտրված ռեժիմներով ջերմամշակված նմուշների ձգման փորձարկումներ 2161 Հ-5 ձգման մեքենայի վրա՝ 2մմ/ր արագությամբ: Որպես նմուշ օգտագործվել են ձուլման սնուցիչները: Քանի որ սնուցիչների կտրվածքը շրջանագծայինից տարբերվում է, պատրաստվել են ԳՈՍՏ 1497-61, նույնը ԳՈՍՏ 1497-84, համապատասխան հնգակի երկարության «կարճ» ձգման նմուշներ, պահպանելով $l_0 = 5,65\sqrt{F_0}$ պայմանը [3]: Ձգման ընթացքում, պարբերաբար, մինչև վզիկի առաջացումը, այսինքն մինչև առավելագույն ուժի ցուցանիշը, չափվել է կտրվածքի մակերեսը՝ $F_{վզ}$ -ն, որի միջոցով որոշվել է հարաբերական նեղացումը մինչև վզիկի առաջացումը՝ $\psi_{վզ}$ [4]:

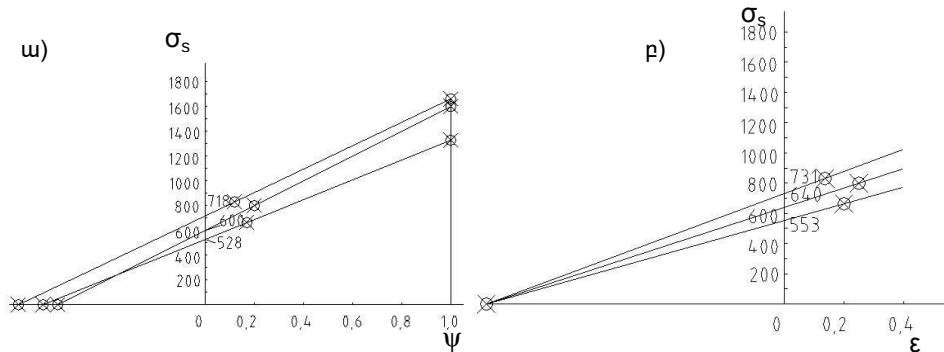
$$\psi_{վզ} = \frac{F_0 - F_{վզ}}{F_0},$$

որտեղ F_0 -ն նմուշի նախնական կտրվածքի մակերեսն է, մմ²,

Fվգ-ն նմուշի կտրվածքի մակերեսն է, որը համապատասխանում է առավելագույն ուժին, միջ:

Կառուցվել են հոսունության լարման և հարաբերական նեղացման՝ σ_s - ψ , ինչպես նաև հոսունության լարման և հարաբերական երկարացման՝ σ_s - ε գրաֆիկները, որոնք բերված են նկ.7-ում:

Նշված գրաֆիկները ցույց են տալիս, որ փորձարկումների տվյալներին ավելի լավ են համապատասխանում σ - Ψ գրաֆիկի ցուցանիշները, որոնք համարյա համընկնում են փորձնական տվյալների հետ:



Նկ.7. Հոսունության լարման և հարաբերական նեղացման (ա), հոսունության լարման և հարաբերական երկարացման (բ) կախվածությունը

Աղյուսակ 2

Փորձնական և գրաֆիկական ցուցանիշների համադրում

Համաձուլվածք	Փորձնական σ_d , ՄՊա	σ_d , ըստ σ_s - Ψ գրաֆիկի, ՄՊա	σ_d , ըստ σ_s - ε գրաֆիկի, ՄՊա
ձուլումից հետո	536	528	553
250°C, պահում 2.5 ժամ, սառեցում օդում (կարգավ.)	607	600	640
250°C, պահում 2.5 ժամ, սառեցում վառարանում	731	718	731

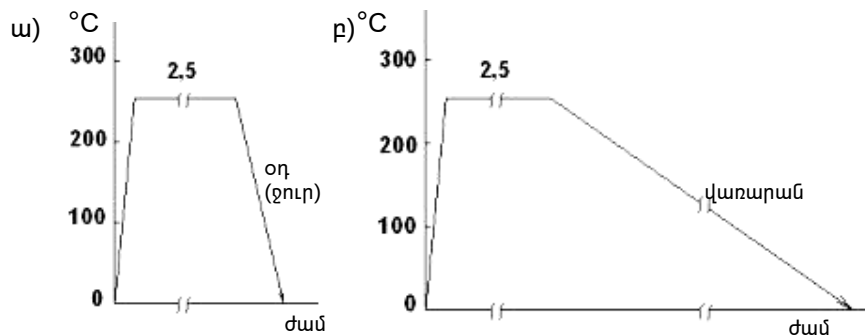
Միաժամանակ որոշվել է ձուլված և տարբեր ռեժիմներով ջերմամշակված համաձուլվածքների ամրացման ցուցանիշները՝ ուր: Այն բնութագրում է մետաղի ամրացման ունակությունը պլաստիկ դեֆորմացման ընթացքում: Այդ մեծությունը ձգման փորձարկման դեպքում ֆունկցիոնալ կապված է հարաբերական նեղացման հետ [4, 5]:

$$n = \frac{\Psi_{\text{վգ}}}{1 - \Psi_{\text{վգ}}} :$$

Դեֆորմացման ամրացման ցուցանիշը առավելագույն է կարգավորված նմուշների համար.

$n_d=0,20$ ձուլված համաձուլվածքների համար,
 $n_{\text{օդ}}=0,25$ 250°C, 2,5 ժամ պահում, օդում սառեցումից հետո,
 $n_{\text{վառ}}=0,136$ 250°C, 2,5 ժամ պահում, վառարանում սառեցումից հետո:

Կատարված հետազոտությունների հիման վրա մշակվել են նախնական և վերջնական ջերմամշակման տեխնոլոգիաներ (նկ.8): Որպես նախնական ջերմամշակման տեխնոլոգիա ընտրված է 250°C տաքացում, պահում 2,5 ժամ և սառեցում օդում կամ ջրում՝ կախված նմուշի հաստությունից:



Նկ.8. Նախնական (ա) և վերջնական (բ) ջերմամշակման տեխնոլոգիական սխեմաները

Այս ռեժիմը ապահովում է նվազագույն կարծրություն և առավելագույն պլաստիկություն, այսինքն՝ մշակելիության բարձրացում: Որպես վերջնական ջերմամշակման տեխնոլոգիա ընտրվել է 250°C տաքացում, պահում 2,5 *ժամ* և սառեցում վառարանի հետ միասին՝ ~7°C/ժ արագությամբ, որն ապահովում է առավելագույն կարծրություն և ամրություն, այսինքն բարելավվում են շահագործման հատկություններն ու ապրանքային տեսքը:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. Мальшев В.М., Румянцев Д.В. Золото. -М.:Металлургия, 1979. -286с.
2. Золоторевский В. С. Механические свойства металлов. 3-е изд. -М.:МИСИС, 1998. -400с.
3. Металлы. Методы механических и технологических испытаний. -М.:Изд. стандартов, 1965. -236с.
4. Сторожов М. В., Попов Е.А. Теории обработки металлов давлением. -М.: Высшая школа, 1963. -389с.
5. Кроха В.А. Упрочнение металлов при холодной пластической деформации: Справочник. - М.:Машиностроение, 1980. -157с.

ՀՊՀՀ. Նյութը ներկայացվել է խմբագրություն 05.03.2009:

Ա.Ա. АЛАЯН, Л.Р. ГАЛСТЯН

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ЛИТОГО СПЛАВА БЕЛОГО НИКЕЛЬ-ЦИНКОВОГО ЗОЛОТА 585-Й ПРОБЫ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕРМООБРАБОТКАХ

Проведено исследование структуры и свойств литого сплава белого никель-цинкового золота 585-й пробы методами рентгенографических, металлографических, дериватографических анализов при различных термообработках. Разработаны режимы предварительных и окончательных термообработок.

Ключевые слова: термообработка, проба, белое золото, сплав, рентгенографический, металлографический, дериватографический, анализ.

A.A. ALAYAN, L.R. GALSTYAN

RESEARCH OF STRUCTURE AND PROPERTIES FOR CASTED 585 STANDARD WHITE NICKEL-ZINC GOLD ALLOY IN DIFFERENT HEAT TREATMENTS

By X-ray, metallographic, derivatographic analysis methods the structure and properties of casted 585 standard white nickel-zinc gold alloy are studied in different heat treatments. The regimes of preliminary and final heat treatments are developed.

Keywords: heat treatment, standard, white gold, alloy, X-ray, metallographic, derivatographic, analysis.