ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԿՐԹՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ
ՆԱԽԱՐԱՐՈՒԹՅՈՒՆ

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԱԶԳԱՅԻՆ ՊՈԼԻՏԵԽՆԻԿԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ

ԳԱԼՍՏՅԱՆ ԼԻԱՆՆԱ ՌԱՖԱԵԼԻ

ՋԵՐՄԱՄՇԱԿՄԱՆ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ 585 ՀԱՐԳԻ ՆԻԿԵԼ-ՑԻՆԿԱՅԻՆ ՍՊԻՏԱԿ ՈՍԿՈՒ ՀԱՄԱՁՈՒԼՎԱԾՔՆԵՐԻ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԻ ՈՒ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՁԵՎԱՎՈՐՄԱՆ ՎՐԱ

Ե.16.01 - «Նյութագիտություն» մասնագիտությամբ
տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական
աստիճանի հայցման ատենախոսության

ՍԵՂՄԱԳԻՐ

ԵՐԵՎԱՆ 2016

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ АРМЕНИИ

ГАЛСТЯН ЛИАННА РАФАЭЛОВНА

ВЛИЯНИЕ ТЕРМООБРАБОТКИ НА ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ НИКЕЛЬЦИНКОВОГО БЕЛОГО ЗОЛОТА 585 ПРОБЫ

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности Е.16.01 - “Материаловедение”

Ереван 2016

Ատենախոսության թեման հաստատվել է Հայաստանի պետական ճարտարագիտական համալսարանում, այժմ՝ Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարան

Գիտական ղեկավար՝ տեխ. գիտ. թեկն., դոց. Ա.Ա. Ալայան

Պաշտոնական ընդդիմախոսներ՝ տեխ. գիտ. դոկտ. Ա.Ի. Սահրադյան

տեխ. գիտ. թեկն. Տ.Ն. Սաֆարյան

Առաջատար կազմակերպություն՝ ՀՀ ԳԱԱ Ընդհանուր և անօրգանական

քիմիայի ինստիտուտ

Ատենախոսության պաշտպանությունը կայանալու է 2016թ. հոկտեմբերի 21-ին ժամը 15^{00}-ին Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարանում գործող ՀՀ ԲՈՀ-ի «Մետալուրգիա և նյութագիտություն» մասնագիտական խորհրդի (դասիչ 031) նիստում:
Հասցեն՝ 0009, Երևան, Տերյան փ., 105:
Ատենախոսությանը կարելի է ծանոթանալ ՀԱՊՀ-ի գրադարանում:
Սեղմագիրը առաքված է 2016թ. սեպտեմբերի 19-ին:

031 մասնագիտական խորհրդի գիտական
քարտուղար, տեխ. գիտ. դոկտոր, պրոֆեսոր Ա.Մ. Հովհաննիսյան

Тема диссертации утверждена ученым советом Государственного инженерного университета Армении, ныне национального политехнического университета Армении

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент А.А. Алаян

Официальные оппоненты: докт. техн. наук А.И. Саградян
канд. техн. наук Т.Н. Сафарян

Ведущая организация: Институт общей и неорганической НАН РА

Защита состоится 21 октября 2016г. в 15^{00} на заседании Специализированного совета “Металургия и материаловедение” (шифр 031), действующего при Национальном политехническом университете Армении, по адресу: 0009, г. Ереван, ул. Теряна, 105
С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке НПУА.
Автореферат разослан 19 сентября 2016г.

Ученый секретарь специализированного
совета 031, докт. техн. наук, професор А.М. Оганесян

ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ԲՆՈՒԹԱԳԻՐԸ

Աշխատանքի հրատապությունը և արդիականությունը: Հայաստանի Հանրապետությունում ոսկերչական իրերի արտադրությունն անընդհատաճում է և անհրաժեշտություն է զգացվում ընդլայնել արտադրվող իրերի տեսականին ու ապահովել բարձր որակ՝ շուկայում մրցակցությունն ապահովելու նպատակով:

Ներկայումս սպիտակ ոսկուց զարդերի օգտագործումը մեծ տարածում է ստացել ոչ միայն գեղեցկության, այլև պլատինի հետ համեմատ մատչելի գնի, ամրության և կարծրության պատճառով, ինչը չափազանց կարևոր է ոսկերչության մեջ: Ոչ պակաս կարևոր հանգամանք է նաև այն, որ սպիտակ ոսկուց զարդերը բավականին մատչելի են: Սպիտակ ոսկին նորաձև է: Ոսկերիչ վարպետները գերադասում են սպիտակ ոսկու օգտագործումը թանկարժեք քարերի հետ համատեղ: Սպիտակ ոսկու գունատությունը ադամանդի որակն առավել տեսանելի է դարձնում՝ առանձնացնելով վերջինիս մաքրությունը: Կարելի է ասել, որ սպիտակ ոսկին շահավետորեն ընդգծում է թանկարժեք քարի գեղեցկությունը՝տալով դրան իր սպիտակ փայլը:

Միևնույն ժամանակ սպիտակ ոսկին լավ համակցվում է այլ թանկարժեք մետաղների հետ՝ հնարավորություն տալով ոսկերիչներին ստեղծել ոսկերչական արվեստի նորանոր գլուխգործոցներ: Սպիտակ ոսկին նաև ունիվերսալ է: Դրանից պատրաստված զարդերը համապատասխանում են ցանկացած հագուստին և անձին:

Չափազանց մեծ նշանակություն ունեն ոսկերչական իրերի վերամշակման համար անհրաժեշտ տեխնոլոգիական հատկությունների, ինչպես նաև արտաքին տեսքի, ուրեմն և գնի ու երկարակեցության համար անհրաժեշտ հատկությունների ապահովումը: Այս տեսակետից ներկայացվող աշխատանքը նույնպես հեռանկարային է, շահավետև տարբերվում է ավանդական եղանակներից:

Հետազոտության նպատակը և խնդիրները: Ոսկերչական արտադրությունում իրերի մեծ մասը՝ 50...60%-ից ոչ պակաս, ստացվում են ձուլման եղանակով, որի պատճառով ստացվում է դենդրիտալ իկվացված կառուցվածք: Այն հետագայում չի հոմոգենացվում, և մշակումը կատարվում է այդ վիճակում, արդյունքում իրերը «ժառանգում» են այդ կառուցվածքն ու համապատասխան հատկությունները, ինչը կտրուկ վատացնում է հետագա մշակելիությունը: Այդ իսկ պատճառով խնդիր է առաջանում փոփոխել հատկություններն անհրաժեշտ ուղղությամբ, հատկապես.

1. բարձրացնել կարծրությունը և ամրությունը՝ իրի շահագործման երկարակեցության մեծացման նպատակով, արտաքին գեղեցիկ, չվնասված տեսքի պահպանման միջոցով,
2. բարձրացնել ձուլվածքի պլաստիկությունը՝ դեֆորմացման հատկությունների բարելավման նպատակով:

Աշխատանքի նպատակն է մշակել 585 հարգի 58,5%Au+26,8%Cu+8,6%Ni+6,1%Zn բաղադրության ձուլված համաձուլվածքից պատրաստված թերածոների և շինածոների ջերմամշակման տեխնոլոգիա՝ մշակելիությունը և շահագործման երկարակեցությունը բարձրացնելու նպատակով:

Այս համալիր նպատակների իրականացման համար առաջադրվել և լուծվել են հետևյալ խնդիրները.

- մետաղագրական և ռենտգենակառուցվածքային եղանակներով համաձուլվածքի կառուցվածքի ու հատկությունների հետազոտումը՝ ձուլված՝ դենդրիտալ իկվացված վիճակում,
- ձուլված համաձուլվածքի տարբեր ջերմաստիճանա-ժամանակային ռեժիմներում ջերմամշակման մեխանիզմի և կինետիկայի բացահայտումը,
- կառուցվածքային քանակական փոփոխությունների բացահայտումն ու հիմնավորումը ջերմամշակման տվյալ ռեժիմների դեպքում՝ այդ փոփոխությունների ջերմաստիճանա-ժամանակային գրաֆիկների կառուցմամբ,
- համաձուլվածքի հատկությունների կախվածության բացահայտումը ջերմամշակման ռեժիմներից,
- նախնական և վերջնական ջերմամշակման տեխնոլոգիաների մշակումը 585 հարգի 58,5%Au+26,8%Cu+8,6%Ni+6,1%Zn բաղադրության համաձուլվածքի համար և տեխնիկատնտեսական հիմնավորումը:

Պաշտպանության ներկայացվող հիմնական դրույթները.

1. Ոսկերչական իրերի պատրաստման եղանակների վերլուծությունը, կառուցվածքագոյացման սկզբունքները և խնդրի դրվածքը,
2. 585 հարգի 58,5%Au+26,8%Cu+8,6%Ni+6,1%Zn բաղադրության ձուլված, դենդրիտա-լիկվացված վիճակում գտնվող սպիտակ ոսկու համաձուլվածքի կառուցվածքը և հատկությունները,
3. Ջերմամշակման տարբեր ջերմաստիճանա-ժամանակային ռեժիմների դեպքում կառուցվածքագոյացման կինետիկան ու մեխանիզմը,
4. 585 հարգի 58,5%Au+26,8%Cu+8,6%Ni+6,1%Zn բաղադրության սպիտակ ոսկու համաձուլվածքից ձուլված թերածոների և շինածոների նախնական ջերմամշակման տեխնոլոգիան և կառուցվածքագոյացման սկզբունքները,
5. 585 հարգի 58,5%Au+26,8%Cu+8,6%Ni+6,1%Zn բաղադրության սպիտակ ոսկու համաձուլվածքից ձուլված թերածոների և շինածոների վերջնական ջերմամշակման տեխնոլոգիան և կառուցվածքագոյացման սկզբունքները և տեխնիկատնտեսական հիմնավորումը արդի տնտեսական պայմաններում:

Աշխատանքի գիտական նորույթը: Փորձագիտական հետազոտությամբ հիմնավորվել և ցույց է տրվել, որ 585 հարգի 58,5%Au+26,8%Cu+ +8,6%Ni+6,1%Zn բաղադրության ձուլված սպիտակ ոսկու համաձուլվածքում ձուլումից հետո կառուցվածքի կարգավորում տեղի չի ունենում: Ջերմամշակումից հետո երեք կարգավորվող կառուցվածքներից՝ Au_3Cu, AuCu, $AuCu_3$, համաձուլվածքում առկա է միայն AuCu էկվիատոմային բաղադրությամբ կարգավորումը: Ապացուցվել է, որ կարգավորումն առաջանում է միայն նեղ ջերմաստիճանային միջակայքում (250±10°C): Որոշվել է կարգավորման մեխանիզմն ու կինետիկան և պարզվել, որ կարգավորվում է միայն համաձուլվածքի ~70%-ը, իսկ մնացած 30%-ը չի կարգավորվում որևէ ջերմամշակման ռեժիմի դեպքում:

Ցույց է տրվել, որ կարգավորումը պահպանվում է միայն արագ սառեցման դեպքում՝ օդում կամ ջրում: Վառարանում սառեցման արդյունքում տեղի է ունենում ապակարգավորում և պինդ լուծույթի տրոհում՝ կապված բինոդալ գմբեթի առկայության հետ: Ապացուցվել է, որ կարգավորված համաձուլվածքը պլաստիկ դեֆորմացիայի դեպքում օժտված է առավել ագույն դեֆորմացման ամրացմամբ:

Աշխատանքի կիրառական նշանակությունը: Աշխատանքի կիրառական նշանակությունը կայանում է նրանում, որ կատարված հետազոտությունների հիման վրա մշակվել է 585 հարգի 58,5%Au+26,8%Cu+8,6%Ni+6,1%Zn բաղադրության սպիտակ ոսկու համաձուլվածքներից ձուլված թերածոների և շինածոների համար համապատասխանաբար նախնական և վերջնական ջերմամշակման տեխնոլոգիաներ:

Ջերմամշակման տվյալ տեխնոլոգիայի կիրառման արդյունքում բարձրանում է թերածոների մշակվելիությունը, շինածոների առաձգական լարումների ներքո աշխատող տարրերի հուսալիությունը՝ առաձգականության սահմանի և շահագործման երկարակեցության մեծացման շնորհիվ, որն արդյունք է կարծրության և ամրության նշանակալի բարձրացման, ինչպես նաև լավանում է իրի ապրանքային տեսքը՝ շնորհիվ ստացվող փայլի:

Մշակված տեխնոլոգիան կարող է օգտագործվել նաև մյուս նմանատիպ համաձուլվածքների համար:

Ատենախոսության տեսական, տեղեկատվական և մեթոդական հիմքերը: Ատենախոսության համար տեսական հիմք են ծառայել հայրենական և արտասահմանյան գիտական աշխատությունները: Հետազոտության համար տեղեկատվական հիմք են հանդիսացել հրապարակված պաշտոնական տեղեկատուները և տեղեկագրերը, ինչպես նաև տեխնիկական պարբերականները, պատենտները, ԳՈՍՏ-երը և այլն:

Հետազոտությունների ընթացքում կիրառվել են համակարգչային, գրաֆիկական, մետաղագրական վերլուծությունների մեթոդներ և այլն:

Աշխատանքի արդյունքների հրապարակումները: Ատենախոսության դրույթներն ըստ մշակման ընթացքի զեկուցվել և քննարկվել են Հայաստանի Պետական Ճարտարագիտական Համալսարանի, այժմ Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարանի 2009 և 2015թ. տարեկան գիտաժողովներում և «Մետալուրգիա և նյութագիտություն» ամբիոնի գիտական սեմինարներում:

Ատենախոսության հիմնական արդյունքները հրապարակված են վեց գիտական աշխատանքում, որից երկուսը՝ առանց համահեղինակների են:

Ատենախոսության կառուցվածքը և ծավալը: Ատենախոսությունը բաղկացած է ներածությունից, չորս գլուխներից, ընդհանուր եզրակացություններից և 120 անուն օգտագործված գրականության ցանկից: Ատենախոսության տեքստը շարադրված է 118 համակարգչային տպագիր էջերի վրա, պարունակում է 47 նկար, 20 աղյուսակ և 1 հավելված:

ԱՏԵՆԱԽՈՍՈՒԹՅԱՆ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ

Ներածությունում հիմնավորված է ատենախոսության թեմայի արդիականությունը, շարադրված են նպատակն ու խնդիրները, հետազոտության առարկան, ինչպես նաև ձևակերպված են գիտական նորույթը, աշխատանքի կիրառական նշանակությունը և պաշտպանության ներկայացվող դրույթները:

Առաջին գլխում անդրադարձ է կատարվել հայրենական և արտասահմանյան գրականությանը և վերլուծվել են սպիտակ ոսկու համաձուլվածքների կոմպոնենտների երկակի և եռակի վիճակի դիագրամները: Վերլուծվել են սպիտակ ոսկու համաձուլվածքի կիրառման բնագավառները, ինչպես նաև տարբեր տարրերի ազդեցությունը ոսկու համաձուլվածքների կառուցվածքների և հատկությունների վրա: Կատարվել է նաև ոսկու համաձուլվածքների գունավորման վերլուծություն:

Ոսկու տարբեր համաձուլվածքների երանգավորումն այժմ կարևոր նշանակություն ունի զարդերի պատրաստման գործում: Հարցը ոչ միայն ոսկու բարձր գնի իջեցումն է, այլ գունազրկումը նիկելով և պալադիումով լեգիրման արդյունքում: Նույնիսկ այս մետաղների հարաբերական քիչ քանակությամբ ավելացումն ամբողջությամբ փոխում է ոսկու գույնը: Սաթույլ է տալիս ոսկերչության մեջ սպիտակ ոսկու բարձր հարգի համաձուլվածքների մշակման ժամանակ առավել թանկ պլատինի փոխարեն կիրառել Ni կամ Pd: Ժամանակակից ոսկերչության մեջ հիմնականում օգտագործվում են 585 հարգի նիկելի պարունակությամբ

սպիտակ ոսկու համաձուլվածքներ: Մեծ կիրառություն ունեն Au-Cu-Ni-Zn համաձուլվածքները:

Au-Ni վիճակի դիագրամի վերլուծությունից պարզվել է, որ Au և Ni-ը միմյանց մեջ լուծվում են անսահմանափակ ձևով հեղուկ վիճակում, բարձր ջերմաստիճաններում նաև պինդ վիճակում: Դիագրամի վրա 951°C-ին համապատասխանող մինիմումի կետը պայմանավորված է լիկվիդուսի և սոլիդուսի համընկնմամբ: 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:

Au-Cu համակարգի համաձուլվածքներում սոլիդուսի ջերմաստիճանից ցածր առաջանում են անսահմանափակ պինդ լուծույթներ, իսկ այս համակարգի բնորոշ առանձնահատկությունը դանդաղ սառեցման ժամանակ կարգավորված ֆազի առաջացումն է:

Au-Cu-Ni համակարգի եռակի վիճակի դիագրամի վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ սոլիդուսի մակերևույթից ներքև բոլոր համաձուլվածքներն ունեն նիստակենտրոն խորանարդային ցանցով կառուցվածք, իսկ Au-Ni համակարգում Cu-ի ավելացման հետ առկա համասեռ պինդ լուծույթի տրոհումը տեղի է ունենում ավելի բարձր ջերմաստիճաններում:

Ուսումնասիրվել են նաև ոսկերչական իրերի արտադրության մեջ նիկել-ցինկային սպիտակ ոսկու համաձուլվածքների կիրառման հիմնական պատճառները:

Հայրենական և արտասահմանյան գրականության վերլուծության արդյունքում հիմնավորվել են աշխատանքի նպատակը և հետազոտման խնդիրները:

Երկրորդ գլխում կատարվել է ելանյութերի ընտրում, ուսումնասիրվել են ելանյութերի բնութագրերը և կատարվել է չափիչ-հսկիչ սարքավորումների ընտրում ու հիմնավորում: Մշակվել է տեխնոլոգիական գործընթացների, կառուցվածքի և հատկությունների հետազոտման, ինչպես նաև նվազագույն քառակուսիների մեթոդով բյուրեղային ցանցի պարամետրերի որոշման մեթոդիկաներ: Որպես սպիտակ ոսկու համաձուլվածքներից թերածոների ստացման եղանակ ընտրվել է հալվող մոդելներով ձուլման եղանակը:

Հետազոտությունների իրականացման համար օգտագործվել է իտալական PROGOLD ֆիրմայի ձուլման համար նախատեսված LUX-105 սպիտակ ոսկու լիգատուրա:

Աղյուսակ 1-ում բերված է նշված լիգատուրայով ստացված 585 հարգի նիկել-ցինկային սպիտակ ոսկու համաձուլվածքի բաղադրությունը: Այս համաձուլվածքներից զարդեր պատրաստելիս, շատ կարևոր է, որ այն օժտված լինի որոշակի պլաստիկությամբ (հատկապես քարերի ամրացման դեպքում):

Աղյուսակ 1

Սպիտակ ոսկու համաձուլվածքի բաղադրությունը

Տարր	Au	Cu	Ni	Zn
Պարունակությունը, կշռ.%	58,5	26,8	8,6	6,1
Պարունակությունը, ատ.%	32	42	16	10

Բայց մյուս կողմից զարդերի վերջնական մշակման ժամանակ այն պետք է օժտված լինի բավականին բարձր ամրությամբ և կարծրությամբ, ինչը կնվազեցնի նաև կորուստները թմբկահղկման և փայլեցման ընթացքում:

Փորձարկումների համար նմուշ են հանդիսացել ձուլման կանգնակից կտրտրված փորձանմուշները, ինչպես նաև սնուցիչները: Փորձանմուշներից պատրաստվել են հղկուկներ, որոնք կառուցվածքային հետազոտությունների համար ենթարկվել են խածատման տաք արքայաջրով՝ HNO_3+3HCl (~80°C): Ամրության փորձարկումների համար որպես նմուշ են ծառայել 585 հարգի 58,5%Au+26,8%Cu+8,6%Ni+6,1%Zn բաղադրության համաձուլվածքից պատրաստված ձուլման սնուցիչները:

Երրորդ գլխում կատարվել է ձուլմամբ ստացված 585 հարգի նիկել-ցինկային սպիտակ ոսկու համաձուլվածքների կառուցվածքների և հատկությունների հետազոտում տարբեր ջերմամշակման ռեժիմների դեպքում:

Մետաղագրական վերլուծության միջոցով կատարվել է համաձուլվածքի կառուցվածքային հետազոտություններ օպտիկական մանրադիտակի օգնությամբ:

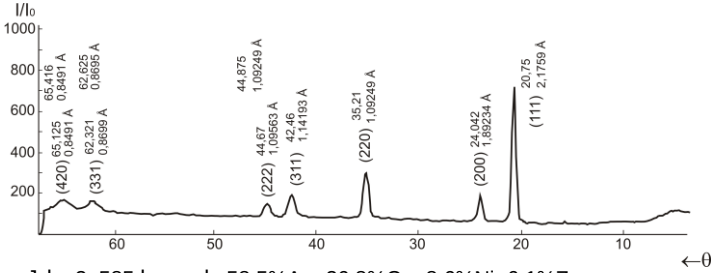
Նկ.1-ում բերված են ձուլված համաձուլվածքի միկրոկառուցվածքները տարբեր խոշորացումների դեպքում.

ա բ գ

Նկ.1. Ձուլված համաձուլվածքի միկրոկառուցվածքները.

Համաձուլվածքի՝ ա-×270, բ-×450, գ-×600

կառուցվածքի ուսումնասիրությունների համար պատրաստված նմուշները ենթարկվել են ռենտգենակառուցվածքային հետազոտության, որի արդյունքում պարզվել է, որ ձուլումից հետո համաձուլվածքի կառուցվածքում չկա կարգավորում, որն էլ ապացուցվում է բերված ռենտգենագրի միջոցով, քանի որ բացակայում են գերկառուցվածքային ռեֆլեքսները (նկ.2):

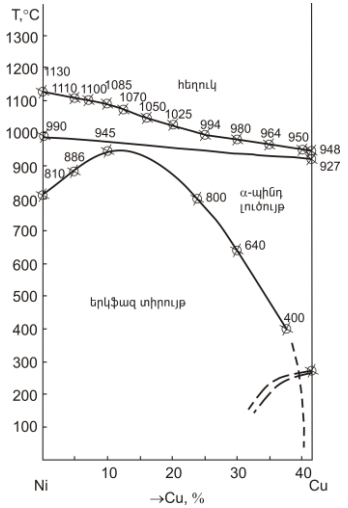


Նկ. 2. 585 հարգի 58,5%Au+26,8%Cu+8,6%Ni+6,1%Zn բաղադրության համաձուլվածքի ռենտգենագիրը

Չափվել է ձուլված վիճակում համաձուլվածքի միկրոկարծրությունը, որը կազմել է 1950 ՄՊա: Ձուլված վիճակում համաձուլվածքները ենթարկվել են նաև ձգման փորձարկման 2161Р-5 ձգման մեքենայի օգնությամբ՝ հատուկ պատրաստված հարմարանքի օգտագործումով: Արդյունքում ձուլված վիճակի նմուշների համար ամրության ցուցանիշը ստացվել է σ_{∂}=536 ՄՊա: Ուսումնասիրվող 585 հարգի սպիտակ ոսկու համաձուլվածքի համար հիմք է հանդիսանում Au-Cu-Ni համակարգի եռակի վիճակի դիագրամը:

Au-Ni համակարգում առկա համասեռ պինդ լուծույթի տրոհումը Cu-ի ավելացման հետ կապված տեղի է ունենում ավելի բարձր ջերմաստիճաններում՝ հասնելով առավելագույնս 970°C՝ 40%Au+40%Ni+20%Cu պարունակության դեպքում: Cu-ի բարձր պարունակության դեպքում լավանում է համաձուլվածքի մշակվելիությունը, սակայն դա վատ է անդրադառնում համաձուլվածքի սպիտակ գույնի վրա, այդ պատճառով համաձուլվածքին հավելվում է Zn: Ցինկն օգտագործվում է այս համաձուլվածքներում որպես երկրորդական գունազրկող տարր՝ կոմպենսացնելով պղնձի գունային ազդեցությունը, նաև իջեցնելով Au-Cu-Ni համակարգի համաձուլվածքների հալման ջերմաստիճանը՝ բարձրացնելով հեղուկահոսունությունը:

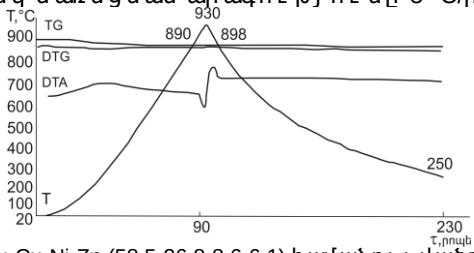
Ելնելով Au-Cu-Ni համակարգի լիկվիդուսի ջերմաստիճանների և երկֆազ տիրույթների ուսումնասիրություններից՝ կառուցվել է 58,5% Au-ի հաստատուն պարունակության համար Au-Cu-Ni համակարգի համաձուլվածքների պոլիթերմ կտրվածքը (նկ. 3):



Նկ. 3. Au-Cu-Ni համակարգի պլիթերմ կտրվածքը

Ինչպես երևում է կտրվածքից, լիկվիդուսի և սոլիդուսի ջերմաստիճանների տարբերությունը նվազում է նիկելի կողմից դեպի պղնձի կողմը: Պինդ լուծույթի տրոհման ջերմաստիճանները նույն ուղղությամբ նախաձում են մինչև 945°C և ապա՝ նվազում դեպի Cu-ը: Ընդ որում, այդ տրոհումը AuCu կողմի վրա բացակայում է: Բայց քանի որ AuCu համակարգում գոյություն ունի կարգավորում, սպասելի է, որ այդ կարգավորումը կարող է ի հայտ գալ նաև Au-Cu-Ni եռակի համաձուլվածքներում:

585 հարգի սպիտակ ոսկու համաձուլվածքի կառուցվածքագոյացման գործընթացի ուսումնասիրությունների համար կատարվել է ջերմածանրաչափական և դիֆերենցիալ ջերմային վերլուծություն՝ Q-1500 դերիվատոգրաֆով՝ 20…950°C ջերմաստիճանային տիրույթում՝ 10 °C/րոպե տաքացման արագությամբ, իսկ սառեցման արագությունը 5 °C/րոպե (նկ. 4):



Նկ. 4. Au-Cu-Ni-Zn (58,5-26,8-8,6-6,1) համաձուլվածքի ջերմագիրը.

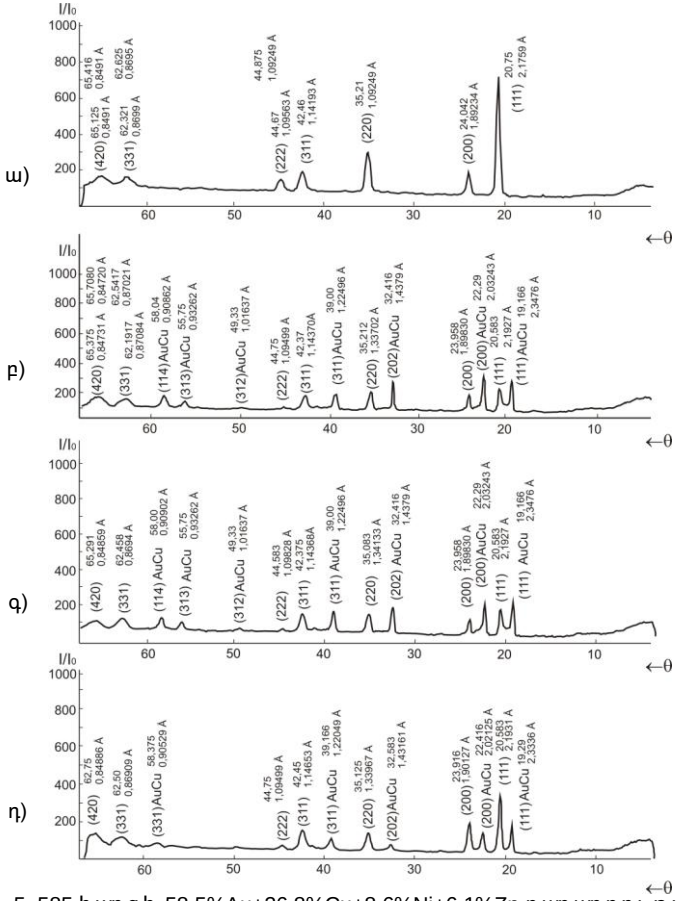
T-ն՝ ջերմաստիճանի փոփոխությունն է,
TG-ն՝ զանգվածի փոփոխությունը,
DTG-ն՝ զանգվածի փոփոխության դիֆերենցիալը,
DTA-ն՝ դիֆերենցիալ -թերմիկ վերլուծության

Կարգավորման և տրոհման ջերմային էֆեկտները, ըստ երևույթին, չափազանց փոքր են, ուստի ջերմագրերի վրա դժվար է որոշել ճշգրիտ ջերմաստիճանները: Անհշան փոփոխությունների հիման վրա կարելի է միայն պայմանականորեն որոշել Ni-ի և Zn-ի ազդեցության հետևանքով տրոհման ջերմաստիճանը՝ 570°C, իսկ կարգավորման ջերմաստիճանը՝ 275°C:

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 կատարվել են հետևյալ ջերմաստիճաններում՝ 330°C, 270°C, 250°C տարբեր պահման տևողությունների և սառեցման արագությունների կիրառմամբ՝ կարգավորման ճշգրիտ ջերմաստիճանի կամ ջերմաստիճանային տիրույթի որոշման նպատակով: Յուրաքանչյուր ռեժիմի դեպքում կատարվել են մետաղագրային և ռենտգենագրային հետազոտություններ, ինչպես նաև միկրոկրոկարծրության որոշում:

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: Կարգավորման բացակայությունը երևում է նաև ատոմական պարբերության հաշվարկներից:

Նկ. 5-ում բերված են 250°C տաքացված և տարբեր տևողություններով պահված (մինչև 6 ժամ) և օդում սառեցմամբ ջերմամշակված նմուշների ռենտգենագրերը:



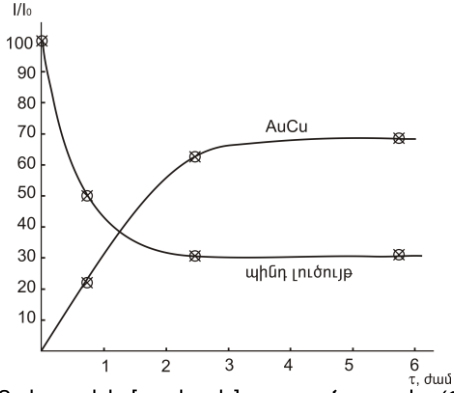
Նկ. 5. 585 հարգի 58,5%Au+26,8%Cu+8,6%Ni+6,1%Zn բաղադրության համաձուլվածքի ռենտգենագրերը
ա) ձուլումից հետո,
բ) 250°C-ում 2 ժամ 30 րոպե պահումից հետո՝սառեցումը օդում,
գ) 250°C-ում 5 ժամ 30 րոպե պահումից հետո՝ սառեցումը օդում,
դ) 250°C-ում 5 ժամ 30 րոպե պահումից հետո՝սառեցումը օդում և դրանից հետո 330°C-ում 1 ժամ պահումից հետո՝սառեցումը օդում

Ինչպես երևում է ռենտգենագրերից, արդեն 2 ժամ 30 րոպե 250°C-ում ջերմամշակումից հետո պարզ երևում են AuCu կարգավորված ֆազի գերկառուցվածքային ռեֆլեքսները: Հետագա ջերմամշակումը 330°C-ում, բերում է կարգավորվածության նվազման, որը ցույց է տալիս պինդ լուծույթի ռեֆլեքսների ինտենսիվության փոփոխությունները (նկ. 5դ):

Ռենտգենաֆազայ ին քանակական վերլուծության մեթոդով, ոսկու հիմքով պինդ լուծույթի (111) ռեֆլեքսի ինտենսիվության փոփոխության և առաջացող AuCu կարգավորված ֆազի գերկառուցվածքների (111) ռեֆլեքսի ինտենսիվությունների տարբերության հիման վրա, որոշվել է, որ տվյալ համաձուլվածքը կարգավորվում է, բայց ոչ ամբողջությամբ:

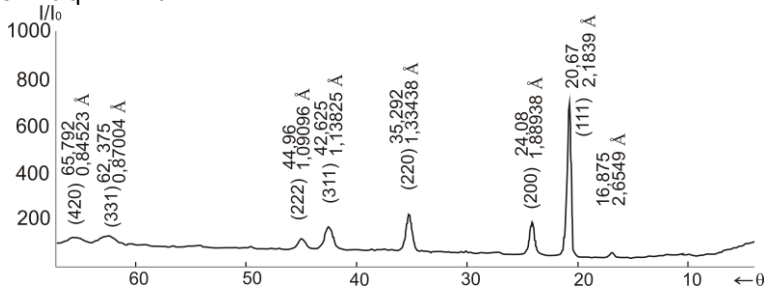
Կատարած հաշվարկները ցույց են տվել, որ կարգավորված է տվյալ ձուլված համաձուլվածքի 69±2,5%-ը, իսկ մնացած մասը մնացել է չկարգավորված:

Ոսկու հիմքով պինդ լուծույթի (111) ռեֆլեքսի և կարգավորված AuCu ֆազի (111) ռեֆլեքսի ինտենսիվությունների փոփոխության կորերը բերված են նկ. 6-ում:



Նկ. 6. Ոսկու հիմքով պինդ լուծույթի (111) ռեֆլեքսի և կարգավորված

250°C-ում ում 2 ժամ 30 րոպե պահված և վառարանում սառեցմամբ ջերմամշակված համաձուլվածքի ռենտգենագիրը բերված է նկ. 7-ում:



Նկ. 7. 585 հարգի 58,5%Au+26,8%Cu+8,6%Ni+6,1%Zn բաղադրության համաձուլվածքի ռենտգենագիրը 250°C-ում

2 ժամ 30 րոպե պահումից և վառարանում

Այս ջերմամշակման արդյունքում պարզ է դարձել, որ համաձուլվածքում բացակայում է կարգավորումը, իսկ միկրոկարծրության աճը պայմանավորված է պինդ լուծույթի տրոհմամբ:

585 հարգի 58,5%Au+26,8%Cu+8,6%Ni+6,1%Zn բաղադրության համաձուլվածքի կարգավորման կինետիկայի որոշմանը զուգահեռ նշված ռեժիմներով ջերմամշակումներից հետո կատարվել է նաև փորձանմուշների միկրոկարծրության որոշում: Արդյունքում ստացվել են հետևյալ տվյալները. ձուլված համաձուլվածքի համար 1950 ՄՊա, կարգավորված համաձուլվածքի համար՝ 1150 ՄՊա, 330°C-ում ձուլված համաձուլվածքի 1 ժամ պահումից և օդում սառեցումից հետո՝ 2040 ՄՊա, նախապես կարգավորված համաձուլվածքը 330°C-ում 1 ժամ պահումից և օդում սառեցումից հետո 2140 ՄՊա: Ըստ երևույթին միկրոկարծրության աճը պայմանավորված է ցինկիդների առաջացմամբ: Առավելագույն միկրոկարծրությունը ստացվել է 250°C-ում 2 ժամ 30 րոպե պահումից և վառարանի հետսառեցումից հետո՝ 2580 ՄՊա:

Հետազոտության ընթացքում կատարվել են ձուլված և ընտրված ռեժիմներով ջերմամշակված նմուշների ձգման փորձարկումներ 2161 Р-5 ձգման մեքենայի վրա՝ 2 մմ/ր արագությամբ: Որպես նմուշներ օգտագործվել են ձուլման սնուցիչները: Քանի որ սնուցիչների կտրվածքը շրջանագծայինից տարբերվում է, պատրաստվել են ԳՈՍՏ 1497-84 համապատասխան հնգակի երկարության «կարճ» ձգման նմուշներ՝ պահպանելով $l_0 = 5{,}65\sqrt{F_0}$ պայմանը:

Ձգման ընթացքում, պարբերաբար, մինչև վզիկի առաջացումը, այսինքն մինչև առավելագույն ուժի ցուցանիշը, չափվել է կտրվածքի տրամագիծը և դրանով իսկ որոշվել է մակերեսը՝ $F_{\text{վզ}}$-ը, որի միջոցով որոշվել է հարաբերական նեղացումը մինչև վզիկի առաջացումը՝ $\psi_{\text{վզ}}$:

$$\psi_{\text{բ½}} = \frac{F_0 - F_{\text{բ½}}}{F_0}:$$

Զուգահեռաբար չափվել է երկարացումն ու անալիտիկ եղանակով որոշվել կտրվածքների մակերեսը՝ ծավալի հաստատունության օրենքի համաձայն՝

$$F_0 \cdot l_0 = F_1 \cdot l_1 = F_{\text{վզ}}\left(l_0 + \Delta l_{\text{վզ}}\right),$$

$$F_{\text{վզ}} = \frac{F_0 \cdot l_0}{l_0 + \Delta l_{\text{վզ}}},$$

որտեղ F_0-ն նմուշի նախնական կտրվածքի մակերեսն է, մմ^2, $F_{\text{վզ}}$-ը՝ նմուշի կտրվածքի մակերեսը, որը համապատասխանում է առավելագույն ուժին, մմ^2: Երկու եղանակների արդյունքները համեմատվել են և ցույց են տվել ինդենտիկություն:

Միաժամանակ որոշվել է ձուլված և տարբեր ռեժիմներով ջերմամշակված համաձուլվածքների ամրացման ցուցանիշները՝ n-ը: Այն բնութագրում է մետաղի ամրացման ունակությունը պլաստիկ դեֆորմացման ընթացքում: Այդ մեծությունը ձգման փորձարկման դեպքում ֆունկցիոնալ կապված է հարաբերական նեղացման հետ:

$$n = \frac{\psi_{ի½}}{1-\psi_{ի½}}:$$

Դեֆորմացման ամրացման ցուցանիշն առավելագույն է կարգավորված նմուշների համար՝ $n_{օդ}$=0,25:

Առավելագույն կայուն պլաստիկությունը՝ $\varepsilon_{կ}$, կարգավորված վիճակի դեպքում ավել է ձուլվածի համեմատ 1,25 անգամ, իսկ տրոհվածի նկատմամբ՝ 1,5 անգամ:

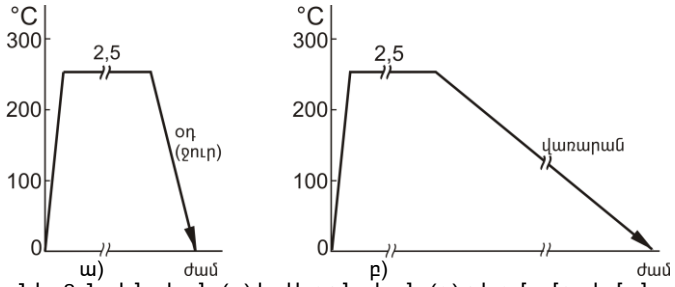
Համաձուլվածքի մեխանիկական հատկությունները տարբեր վիճակների համար բերված են աղյուսակ 2-ում:

Աղյուսակ 2

Համաձուլվածքի մեխանիկական հատկությունները

Համաձուլվածք	Մեխանիկական հատկությունները			
	$\sigma_ժ$, ՄՊա	Hv, ՄՊա	$\psi_կ$	n
Ձուլումից հետո	536	1950	0,17	0,2
250°C, պահում 2,5 ժամ, սառեցում օդում (կարգավ.)	607	1150	0,2	0,25
250°C, պահում 2,5 ժամ, սառեցում վառարանում	731	2580	0,12	0,15

Կատարված հետազոտությունների հիման վրա մշակվել են նախնական և վերջնական ջերմամշակման տեխնոլոգիաներ (նկ. 8):

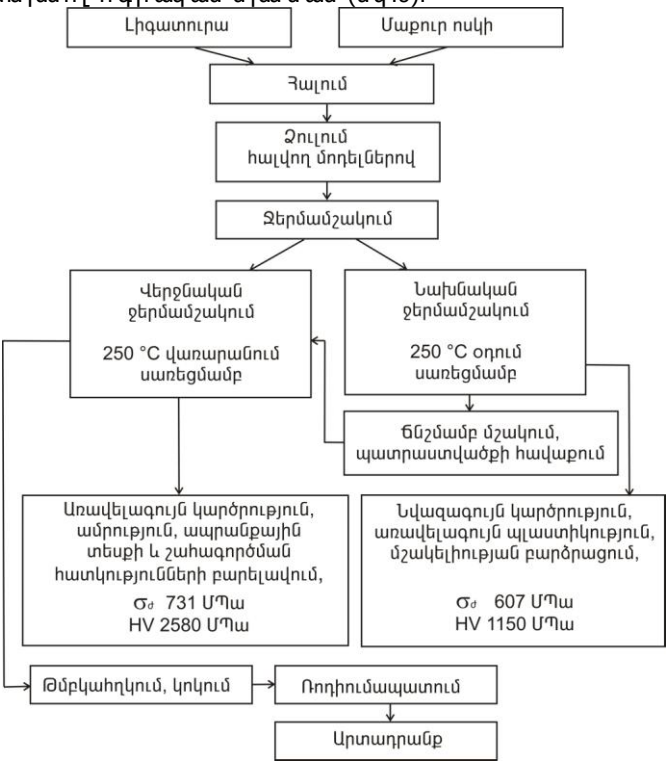


Նկ. 8. Նախնական (ա) և վերջնական (բ) ջերմամշակման տեխնոլոգիական սխեմաները

Որպես նախնական ջերմամշակման տեխնոլոգիա ընտրվել է 250°C տաքացում, պահում 2,5 ժամ և սառեցում օդում կամ ջրում՝ կախված նմուշի հաստությունից: Այս ռեժիմն ապահովում է նվազագույն կարծրություն և առավելագույն պլաստիկություն, այսինքն՝ մշակվելիության 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:

Առենախոսության չորրորդ գլխում իրականացված գիտափորձնական համալիր հետազոտությունների հիման վրա կատարվել է արտադրատեսակների անվանացանկի ընտրում և մշակված տեխնոլոգիայի տեխնիկատնտեսական հիմնավորում: Մշակվել է սպիտակ ոսկու համաձուլվածքից շինածոյի ստացման տեխնոլոգիական սխեման (նկ.9):



Նկ. 9. Նախնական և վերջնական ջերմամշակման ռեժիմները և

Հիմնավորվել են նախնական և վերջնական ջերմամշակման ռեժիմները և համապատասխան ստացվող հատկությունները:

Անհրաժեշտության դեպքում տեխնոլոգիական սխեմայում կարող է բացակայել նախնական ջերմամշակման փուլը:

Ըստ մեկ գրամ 585 հարգի սպիտակ ոսկու վերջնարտադրանքի լրիվ ինքնարժեքի նախահաշվի տվյալների, մշակված տեխնոլոգիայի կիրառումից հետո լրիվ

ինքնարժեքն աճում է ~800 դրամով (7%): Ներկայացված տեխնոլոգիայի տարբերությունը ներկայումս կիրառվողից ծախսային տեսանկյունից չնչին է:

Միևնույն ժամանակ առաջարկվող տեխնոլոգիան զգալի բարելավում է ձուլվածքի տեխնիկական, հետևաբար նաև տնտեսական պարամետրերը: Ընդհանուր առմամբ ոսկերչական արտադրության մեջ ոսկու անդառնալի կորուստը կազմում է 2,5 գ/կգ: Ոսկու վերամշակման առաջարկվող տեխնոլոգիայի կիրառման արդյունքում ոսկու անդառնալի կորուստները կկազմեն 1,7 գ/կգ: Հետևաբար տնտեսումը կկազմի 0,8 գ/կգ:

Նախագծվող արտադրության պայմաններում (146,4 կգ/տարի) ոսկու տնտեսումը կկազմի 146,4·0,8=117,12 գ/տարի, որը 10427 դրամ/գ գնի դեպքում կկազմի 1221210,2 դր/տարի:

ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ԵԶՐԱԿԱՑՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

1. Կատարվել է սպիտակ ոսկու համաձուլվածքներին նվիրված հայրենական և արտասահմանյան գրականության վերլուծություն, ինչպես նաև վերլուծվել են սպիտակ ոսկու համաձուլվածքները կազմող կոմպոնենտների երկակի և եռակի վիճակի դիագրամները: Ուսումնասիրվել են սպիտակ ոսկու համաձուլվածքի կիրառման բնագավառները, ինչպես նաև տարբեր տարրերի ազդեցությունը ոսկու համաձուլվածքների կառուցվածքների և հատկությունների վրա:

2. Մշակվել են նվազագույն քառակուսիների մեթոդով բյուրեղային ցանցի պարամետրերի որոշման և տեխնոլոգիական գործընթացների, կառուցվածքի ու հատկությունների հետազոտման մեթոդիկաներ:

3. 58,5%Au+26,8%Cu+8,6%Ni+6,1%Zn բաղադրությամբ ձուլված սպիտակ ոսկու համաձուլվածքի ռենտգենակառուցվածքային հետազոտության արդյունքում բացահայտվել է, որ ձուլումից հետո համաձուլվածքի ռենտգենագրում բացակայում են գերկառուցվածքային ռեֆլեքսները, այսինքն կառուցվածքում կարգավորում տեղի չի ունենում:

4. 58,5%Au+26,8%Cu+8,6%Ni+6,1%Zn բաղադրության ձուլված սպիտակ ոսկու համաձուլվածքի հատկությունների հետազոտության արդյունքում միկրոկարծրությունը ստացվել է 1950 ՄՊա, ամրության սահմանը՝ $\sigma_в$=536 ՄՊա:

5. Առաջին անգամ կառուցվել է 58,5% Au հաստատուն պարունակության համար Au-Cu-Ni համակարգի համաձուլվածքների պոլիթերմ կտրվածքը: Ցույց է տրվել, որ լիկվիդուսի և սոլիդուսի ջերմաստիճանների տարբերությունը նվազում է նիկելից դեպի պղինձ ուղղությամբ: Բացահայտվել է, որ պինդ լուծույթի տրոհման ջերմաստիճանները նույն ուղղությամբ նախաճում են մինչև 945°C և ապա՝ նվազում դեպի Cu-ը: Ընդ որում, այդ տրոհումը Au-

Cu կողմի վրա բացակայում է: Բայց քանի որ Au-Cu համակարգում գոյություն ունի կարգավորում, սպասելի է, որ այդ կարգավորումը կարող է ի հայտ գալ նաև Au-Cu-Ni եռակի համաձուլվածքներում:

6. Ջերմածանրաչափական և դիֆերենցիալ ջերմային վերլուծության արդյունքում պարզվել է, որ լիկվիդուսի ջերմաստիճանը 930°C է, իսկ սոլիդուսինը՝ 890°C: 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°C-ով:

7. Փորձագիտական հետազոտությամբ բացահայտվել է, որ ձուլված համաձուլվածքի 330°C-ից ջերմամշակման ժամանակ կառուցվածքը չի կարգավորվում, ինչպես նաև չի կարգավորվում հետագա 270°C-ից օդում սառեցումից հետո: Կարգավորումը բացակայում է նաև 270°C ջերմամշակումից հետո: Ցույց է տրված, որ 250°C տաքացված և տարբեր տևողություններով պահված (մինչև 6 ժամ) և օդում սառեցմամբ ջերմամշակված նմուշների մոտ 2 ժամ 30 րոպե անց առաջանում է կարգավորվածություն: Նշվածն ապացուցվել է նաև ատոմական պարբերության հաշվարկով: Այս ջերմամշակումից հետո համաձուլվածքում առկա է միայն AuCu էկվիատոմային բաղադրությամբ կարգավորումը: Ապացուցվել է, որ կարգավորումն առաջանում է միայն նեղ ջերմաստիճանային միջակայքում (250±10°C) և պարզվել, որ կարգավորվում է միայն համաձուլվածքի ~70%-ը, իսկ մնացած 30%-ը չի կարգավորվում՝ որևէ ջերմամշակման ռեժիմի դեպքում: Վառարանում նույն տևողությամբ սառեցնելիս կարգավորվածությունը բացակայում է, իսկ միկրոկարծրության աճը պայմանավորված է պինդ լուծույթի տրոհմամբ:

8. Հատկությունների ուսումնասիրման արդյունքում պարզվել է, որ կարգավորված համաձուլվածքի համար ստացվել է նվազագույն միկրոկարծրությունը՝ 1150 ՄՊա, 330°C-ում ձուլված համաձուլվածքի 1 ժամ պահումից և օդում սառեցումից հետո 2040 ՄՊա, նախապես կարգավորված համաձուլվածքը 330°C-ում 1 ժամ պահումից և օդում սառեցումից հետո 2140 ՄՊա: Ըստ երևույթին միկրոկարծրության աճը պայմանավորված է ցինկիդների առաջացմամբ: Առավել ագույն միկրոկարծրությունը ստացվել է 250°C-ում 2 ժամ 30 րոպե պահումից և վառարանի հետ սառեցումից հետո՝ 2580 ՄՊա: Ամրության փորձարկումների արդյունքում ստացվել են հետևյալ տվյալները. ձուլված համաձուլվածքի համար 536 ՄՊա, 250°C-ում 2 ժամ 30 րոպե պահումից և օդում սառեցումից հետո 607 ՄՊա, իսկ 250°C-ում 2 ժամ 30 րոպե պահումից և վառարանում սառեցումից հետո 731 ՄՊա: Որոշվել են նաև դեֆորմացման ամրացման

ցուցանիշները: Ցույց է տրված, որ այն ունի առավելագույն արժեք կարգավորված նմուշների համար՝ $n_{օդ}$=0,25:

9. Կատարված փորձագիտական հետազոտությունների հիման վրա մշակվել են նախնական և վերջնական ջերմամշակման տեխնոլոգիաներ: Որպես նախնական ջերմամշակման տեխնոլոգիական ռեժիմ ընտրված է 250°C տաքացում, պահում 2 ժամ 30 րոպե և սառեցում օդում կամ ջրում, որն ապահովում է նվազագույն միկրոկարծրություն և առավելագույն պլաստիկություն, այսինքն՝ մշակելիության բարձրացում: Որպես վերջնական ջերմամշակման տեխնոլոգիական ռեժիմ ընտրվել է 250°C տաքացում, պահում 2 ժամ 30 րոպե և սառեցում վառարանի հետ միասին՝ ~7 °C/ժ արագությամբ, որն ապահովում է առավելագույն միկրոկարծրություն և ամրություն, այսինքն բարելավվում են շահագործման հատկություններն ու ապրանքային տեսքը:

10. Կատարվել է արտադրատեսակների անվանացանկի ընտրում և մշակված տեխնոլոգիայի տեխնիկատնտեսական հիմնավորում: Ըստ մեկ գրամ 585 հարգի սպիտակ ոսկու վերջնարտադրանքի լրիվ ինքնարժեքի կալկուլյացիայի տվյալների, մշակված տեխնոլոգիայի կիրառումից հետո լրիվ ինքնարժեքն աճում է 800 դրամով (7%) և կազմում է 11301,4 դրամ, իսկ ոսկու անդառնալի կորուստները կկազմեն 1,7 գ/կգ՝ 2,5 գ/կգ-ի փոխարեն: Հետևաբար տնտեսումը կկազմի 0,8 գ/կգ: Նախագծվող արտադրության պայմաններում (146,4 կգ/տարի) ոսկու տնտեսումը կկազմի 146,4·0,8=117,12 գ/տարի, որը 10427 դրամ/գ գնի դեպքում կկազմի 1221210,2 դրամ/տարի:

Ատենախոսության հիմնական դրույթներն արտացոլված են հետևյալ գիտական աշխատանքներում՝

1. Ալայան Ա.Ա., Գալստյան Լ.Ռ. 585 հարգի ձուլված սպիտակ ոսկու Au-Cu-Ni-Zn 58,5-26,8-8,6-6,1 բաղադրության համաձուլվածքի կարգավորման գործընթացի հետազոտումը // Հայաստանի պետական ճարտարագիտական համալսարանի (Պոլիտեխնիկ) – Լրաբեր–76. – Գիտական և մեթոդական հոդվածների ժողովածու. - Երևան, 2009. - հատ. 1. - № 2. - էջ 768-771:

2. Գալստյան Լ.Ռ. 585 հարգի Au-Cu-Ni համակարգի համաձուլվածքների վերլուծությունը և ցինկի ազդեցությունը // Հայաստանի պետական ճարտարագիտական համալսարանի (Պոլիտեխնիկ) – Լրաբեր–76. - Գիտական և մեթոդական հոդվածների ժողովածու. - Երևան, 2009. - հատ.1. - № 2. - էջ 771-774:

3. Ալայան Ա.Ա., Գալստյան Լ.Ռ. Ձուլված նիկել-ցինկային սպիտակ ոսկու 585 հարգի համաձուլվածքի կառուցվածքի և հատկությունների հետազոտումը տարբեր ջերմամշակումների դեպքում // ՀՀ ԳԱԱ և ՀՊՃՀ Տեղեկագիր, Տեխն. գիտ. սերիա. - 2009. - հատ. 62. - № 2. - էջ 137-144:

4. Ալայան Ա.Ա., Գալստյան Լ.Ռ. Ձուլված 585 հարգի սպիտակ ոսկու Au-Cu-Ni-Zn 58,5-26,8-8,6-6,1 բաղադրության համաձուլվածքի ջերմամշակման ռեժիմները և հատկությունները // Հայաստանի պետական ճարտարագիտական համալսարանի (Պոլիտեխնիկ) – Լրաբեր. - Գիտական և մեթոդական հոդվածների ժողովածու. - Երևան, 2010. - հատ. 2. - № 2. - էջ 405-407:

5. Ալայան Ա.Ա., Գալստյան Լ.Ռ. Ձուլված նիկել-ցինկային սպիտակ ոսկու 585 հարգի համաձուլվածքի ջերմամշակման տեխնոլոգիայի կիրառման տեխնիկատնտեսական հիմնավորումը // Հայաստանի ճարտարագիտական ակադեմիայի Լրաբեր. - Երևան, 2012. - հատ. 9. - № 4. - էջ 822-827:

6. Գալստյան Լ.Ռ. 58,5%Au+26,8%Cu+8,6%Ni+6,1%Zn բաղադրության ձուլված սպիտակ ոսկու կառուցվածքագոյացման հետազոտումը և ջերմային մշակման ռեժիմների ընտրումը // Հայաստանի ճարտարագիտական ակադեմիայի Լրաբեր. - Երևան, 2015. - հատ. 12. - № 3. - էջ 520-525:

ГАЛСТЯН ЛИАННА РАФАЭЛОВНА

ВЛИЯНИЕ ТЕРМООБРАБОТКИ НА ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ НИКЕЛЬЦИНКОВОГО БЕЛОГО ЗОЛОТА 585 ПРОБЫ

Р Е З Ю М Е

Для поддержания непрерывного роста производства золотых изделий в Республике Армении и их конкурентоспособности необходимо расширение ассортимента и повышение качества изделий из белого золота занимающей определенное место в этом ассортименте, учитывая замену дорогой платины дешевыми компонентами, без утраты красоты и с повышением технологических и эксплуатационных свойств.

Поскольку большая часть золотых изделий (не менее 50…60%) получается литьем с дендриталиквационной структурой, которая в дальнейшем не гомогенизируется и обрабатывается в этом состоянии "наследуя" эту структуру и свойства, возникает необходимость изменения структуры и свойств в литом состоянии, а именно:

1. Повышение прочности и твердости для обеспечения долговечности при эксплуатации.
2. Повышение пластичности для улучшения деформируемости.

Целью работы является разработка технологии термической обработки для белого никель-цинкового золота 585 пробы, в частности для полуфабрикатов и изделий из сплава состава 58,5%Au+26,8%Cu+8,6%Ni+6,1%Zn для повышения обрабатываемости и эксплуатационной долговечности.

Были выбраны исходные материалы, изучены их характеристики и сделан выбор и обоснование котрольно-измерительного оборудования. Исследования

проводились на сплавах с лигатурой белого золота LUX-105 итальянской фирмы PROGOLD.

Были произведены исследования литых сплавов белого никель-цинкового золота 585 пробы для изучения структуры и свойств при различных режимах термической обработки.

Образцы из литых сплавов были подвергнуты металлографическому, рентгеноструктурному и дериватографическому анализам. В результате дериватографического анализа выяснилось что наличие цинка понижает температуры ликвидуса и солидуса на 40…45°С и имеется термический эффект при ~270°С. При уточнения температурного интервала и природы этого была произведена термическая обработка сплавов при температурах 330°С, 270°С, 250°С с различной выдержкой и скоростями охлаждения, что обеспечивало бы в производстве также сохранность камней на ювелирных изделиях.

Рентгеноструктурный анализ сплавов в литом, оттоженном с охлаждением с печью состояниях, структурных изменений не выявил и только при 250°С с быстрым охлаждением (на воздухе) выявил упорядочение с появлением сверхструктурных рефлексов и изменением параметров решетки. Изменяя время выдержки было определено, что после 2,5 часа полседующая выдержка к структурным изменениям не приводит.

При различных режимах термообработки были определены механические свойства.

Микротвердость определенная при нагрузке 100г на ПМТ-3 была: для литого сплава 1950 МПа, для упорядоченного при 250°С, выдержкой 2,5 часа, охлаждением на воздухе -1150 МПа и максимальная для оттоженного при 250°С, выдержкой 2,5 часа и охлаждением в печи – 2580 МПа.

Временное сопротивление при растяжении для литого состояния определено равным 536 МПа, а для образцов термообработанных по вышеприведенным режимам соответственно 607 МПа и 731 МПа.

Показатель деформационного упрочнения (n) оказался максимальным для упорядоченного состояния: $n_в$=0,25.

В результате комплексных экспериментальных исследований обосновано и показано, что в сплаве состава 58,5%Au+26,8%Cu+8,6%Ni+6,1%Zn в литом состоянии упорядочение отсутствует. После термообработки из трех упорядочиваемых структур в сплаве существует только AuCu эквиатомная упорядоченная структура. Доказана что упорядочение происходит только очень узком температурном интервале (250±10°С). Определено, что после термообработки упорядочивается только ~70% сплава. Доказана, что в результате упорядочения сплав приобретает максимальное деформационное упрочнение.

На основе произведенных исследований были разработаны технологии предварительной и окончательной термообработки.

В качестве предварительной термообработки был выбран нагрев до 250°С, выдержка 2,5 часа и охлаждение на воздухе или в воде. Этот режим обеспечивает минимальную твердость и максимальную пластичность, то есть повышенную обрабатываемость.

В качестве окончательной термообработки был выбран нагрев до 250°С, выдержка 2,5 часа и охлаждение в печи со скоростью ~7° С/ч, которая обеспечивает максимальную твердость и прочность, чем повышает эксплуатационные свойства и товарный вид.

Был произведен выбор списка продуктов и дано технико-экономическое обоснование разработанной технологии. С точки зрения расходов разница представленной и используемой в данный момент технологии мизерная. В то же время представленная технология существенно улучшает технические (следовательно и экономические) показатели сплава.

По теме диссертации опубликовано 6 научных статей.

GALSTYAN LIANNA RAFAEL

THE INFLUENCE OF HEAT TREATMENT ON THE FORMATION OF STRUCTURE AND PROPERTIES OF 585 STANDARD NICKEL-ZINC WHITE GOLD ALLOYS

S U M M A R Y

To maintain continuous growth and the competitiveness in the production of gold products in the Republic of Armenia, there is a need to increase the range and quality of white gold products. It makes it possible to replace expensive platinum with cheaper components without losing visual appeal and enhancing quality of items made of white gold alloys.

Since most of the gold products (not less than 50…60%) is obtained by casting with dendritic segregation structure which is not further homogenized and processed in this condition inheriting the structure and properties, there is a need to change the structure and properties of the casted alloys, namely:

1. Increasing strength and hardness for secure durability of operation,
2. Increasing plasticity for the improvement of deformability.

The aim of the work is to develop a heat treatment technology for nickel-zinc 585 standard white gold alloys, especially for semi-finished products from alloys composition of 58,5%Au+26,8%Cu+8,6%Ni+6,1%Zn to increase workability and operational durability.

The source materials, test and measurement equipment were selected and studied, and finally the substantiation was given. Studies were conducted on alloys obtained by using the ligature for white gold number LUX-105 of the Italian firm PROGOLD.

Studies have been made on nickel-zinc white gold casted alloys of 585 standard to explore the structure and properties at different heat treatment regimes.

Specimens of the casted alloys were subjected to metallographic, X-ray diffraction and derivatografic analysis. The result of derivatographic analysis showed that the presence of zinc decreases the temperature of liquidus and solidus for about 40...45°C and demonstrating the thermal effect at ~270°C.

The heat treatment of alloys at the temperatures 330°C, 270°C, 250°C with different holding times and cooling rates was carried out. Consequently, it will ensure the safety of stones on jewelry items.

X-ray diffraction analysis of the alloys in casted, annealed and cooled through the furnace conditions, structural changes were not found and only at 250°C with rapid cooling (in air) revealed ordering with the appearance of superstructure reflections and changes in the lattice parameters. By modifying the holding time, however it was determined that prolonging the holding (more than 2.5 hours) the structural changes does not take place.

Mechanical properties were determined in various heat treatment regimes. Microhardness determined under a load of 100 g on the PMT-3. The results were following: for casted alloy 1950 MPa, for the ordered alloy - 1150 MPa (250°C, holding time 2.5 hours) and maximum for annealed alloy - 2580 MPa (250°C holding time 2.5 hours and cooled with furnace).

Ultimate tensile strength by tension for casted alloys was 536 MPa and for the specimens heat-treated according to the above regimes ultimate tensile strength corresponding 607 MPa and 731 MPa.

The strain hardening index (n) is the highest for the ordered state: n_{air}=0.25.

As a result of comprehensive experimental research it is justified and showed that the ordering is missing in the casted alloy of the composition 58,5%Au+26,8%Cu+8,6%Ni+6,1%Zn. After heat treatment of three ordering structures exists only AuCu equiatomic ordered structure in the alloy. It is proved that the ordering occurs only in a very narrow temperature range (250±10 °C). It was determined that only ~70% of the alloy is ordering after heat treatment. It is proved that as a result of ordering the alloy acquires the maximum strain hardening.

On the basis of investigations the preliminary and the final heat treatment technologies were determined.

The heating to 250°C, 2.5 hours holding time and cooling in the air or water was chosen as the preliminary heat-treatment technology. This technology provides the minimum hardness and maximum plasticity, so increasing the workability.

As a final heat treatment was chosen heating to 250°C, 2.5 hours holding time and cooling in the furnace at ~7 °C/h, which provides maximum microhardness and strength, improving operational properties and marketability.

The list of products was selected and was given technical and economic feasibility study for these technologies. In terms of costs and the difference represented the currently used technologies scanty. The difference of the costs between presented and currently used technologies were negligible. At the same time the presented technology significantly improves the technical (and thus economic) performance of the alloy.

6 scientific papers have been published on the dissertation topic.