

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԿՐԹՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ
ՆԱԽԱՐԱՐՈՒԹՅՈՒՆ

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՊԵՏԱԿԱՆ ԴԱՐՏԱՐԱԳԻՏԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ

ԱՐՄԱՆ ՍՏԵՓԱՆԻ ԳԱՍՊԱՐՅԱՆ

ՋԵՐՄԱՄՇԱԿՄԱՍԲ ԱԼՅՈՒՄԻՆԱՅԻՆ ՀԱՄԱՉՈՒՎԱԾԵՆԵՐԻ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԻ
ԵՎ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՉԵՎԱՎՈՐՈՒՄԸ ՓԱՅԼԱԹԻԹԵՂԻ ԱՐՏԱԴՐՈՒԹՅԱՆ
ԸՆԹԱՅՔՈՒՄ

Ե.16.01- “Նյութագիտություն և կոմպոզիցիոն նյութեր” մասնագիտությամբ տեխնիկական
գիտությունների ֆեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման ատենախոսությամբ

ՍԵՂՄԱԳԻՐ

ԵՐԵՎԱՆ 2005

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНЖЕНЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ АРМЕНИИ

ГАСПАРЯН АРМАН СТЕПАНОВИЧ

СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ И СВОЙСТВА АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ ПРИ
ТЕРМООБРАБОТКЕ В ПРОЦЕССЕ ПРОИЗВОДСТВА ФОЛЬГИ

АВТОРЕФЕРАТ

Диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 05.16.01-"Материаловедение и композиционные материалы"

ЕРЕВАН 2005

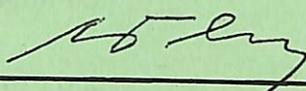
Ատենախոսության թեման հաստատվել է Հայաստանի պետական ճարտարագիտական համալսարանում:

Գիտական ղեկավար՝ տեխ. գիտ. թեկնածու, դոցենտ Ա. Ա. Ալայան
Պաշտոնական ընդդիմախոսներ՝ տեխ. գիտ. դոկտոր, պրոֆ. Ս. Գ. Մամյան
Առաջատար կազմակերպություն՝ տեխ. գիտ. թեկնածու Ա. Մ. Ստեփանյան
«Հայէլեկտրամեքենա» ԲԲԸ (ք. Երևան)

Պաշտպանությունը կայանալու է 2005թ. օգոստոսի "26"-ին ժամը 14⁰⁰ Հայաստանի պետական ճարտարագիտական համալսարանին կից 031 Մասնագիտական խորհրդում Հասցեն՝ 375009, Երևան, Տեղյան փ. 105:

Ատենախոսությանը կարելի է ծանոթանալ ՀՊՃՀ-ի գրադարանում:

Մեղմագիրն առաքված է 2005թ. հուլիսի "25"-ին:

Մասնագիտական խորհրդի գիտական քարտուղար, տ.գ.թ., դոցենտ  Լ. Գ. Գալստյան

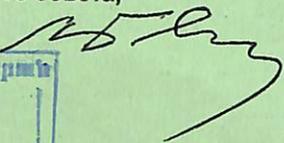
Тема диссертации утверждена в Государственном инженерном университете Армении

Научный руководитель՝ канд. тех. наук, доцент А. А. Алаян
Официальные оппоненты՝ доктор тех. наук, проф. С. Г. Мамян
Ведущая организация՝ канд. тех. наук А. М. Степанян
ОАО «Армэлектромаш» (г. Ереван)

Защита состоится " 26 " августа 2005г. в 14⁰⁰ ч. на заседании специализированного совета 031 Государственного инженерного университета Армении по адресу 375009, Ереван, ул. Теряна, 105.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ГИУА.

Автореферат разослан " 25 " июля 2005г.

Ученый секретарь специализированного совета,
канд. тех. наук, доцент  Լ. Գ. Գալստյան



2824-2005

ԱՏԵՆԱԽՈՍՈՒԹՅԱՆ ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ԲՆՈՒԹԱԳԻՐԸ

Աշխատանքի հրատապությունը և արդիականությունը: Հայաստանի Հանրապետության սոցիալ-տնտեսական զարգացման մեջ մեծ ուշադրություն է դարձվում արդյունաբերության զարգացմանը, որի կարևորագույն ճյուղերից մեկը մետալուրգիան է, առանց որի անհնար է պատկերացնել էներգետիկայի, էլեկտրատեխնիկայի, սարքաշինության և արդյունաբերության այլ բնագավառների հետագա առաջընթացը: Մի կողմից տեխնիկայի զարգացումն առաջացնում է նոր նյութերի մշակման անհրաժեշտություն, իսկ մյուս կողմից՝ պայմանավորված է այդ մշակումների արդյունքներով: Մետալուրգիական արտադրության առաջնային հարցերից մեկը նյութի և նրա ջերմային մշակման ռեժիմների ճիշտ ընտրությունն է: Բարձր հատկություններով օժտված ալյումինային համաձուլվածքների արտադրության մեծացմամբ և նոր համաձուլվածքների ստեղծմամբ, տարեցտարի ավելանում են ալյումինային ժապավենի և փայլաթիթեղի որակին և ֆիզիկամեխանիկական հատկություններին ներկայացվող պահանջները: Ալյումինային փայլաթիթեղը լայնորեն կիրառվում է էլեկտրատեխնիկայում, ռադիոտեխնիկայում, սննդի արդյունաբերությունում, մեքենաշինությունում, կենցաղում, դեղագործության մեջ և այլ բնագավառներում: Դրանցից պատրաստում են տարաներ, փակիչներ, կենցաղային տարբեր իրեր, կոնդենսատորային փայլաթիթեղ և այլ անհրաժեշտ իրեր, որոնց շահագործման հատկությունները ապահովելու համար փայլաթիթեղները պետք է օժտված լինեն բարձր ամրությամբ, պլաստիկությամբ, հակակոռոզիոն և մի շարք այլ հատկություններով: Այսպիսի համալիր հատկություններ ապահովող ջերմային մշակման գործընթացը խիստ աշխատատար է և բարդ:

Ալյումինային փայլաթիթեղի արտադրության դժվար լուծելի խնդիրներից են փայլաթիթեղի հաստությունից և բաղադրությունից կախված ջերմային մշակման ռեժիմների ճիշտ ընտրությունը և դրանց կիրառումը: Ալյումինային փայլաթիթեղը և ժապավենը տարբերվում են, ինչպես կառուցվածքային, այնպես էլ ֆիզիկամեխանիկական հատկությունների առումով: Դա հիմնականում պայմանավորված է հաստությունների և բաղադրությունների տարբերությամբ: Այդ տարբերություններին համապատասխան պետք է ընտրվեն տվյալ նյութից պահանջվող հատկությունների ապահովման համար օպտիմալ ջերմային մշակման ռեժիմներ: Այսպիսի օպտիմալ ջերմային մշակման ռեժիմներ կարելի է ստանալ միայն

մետաղագրական ու կառուցվածքային խորը հետազոտությունների, մեխանիկական հատկությունների ուսումնասիրությունների և դրանց ճիշտ վերլուծությունների արդյունքում:

Այս հարցերի լուծումներով է պայմանավորված ատենախառության արդիականությունը, որոնց հիման վրա ձևակերպված են հետազոտման նպատակը և խնդիրները:

Հետազոտության նպատակը և խնդիրները: Ատենախառության նպատակն է այլումինային համաձուլվածքներից պատրաստվող փայլաթիթեղների վերաբյուրեղացման գործընթացի հետազոտմամբ, մետաղագրական և ռենտգենակառուցվածքային վերլուծությունների ու հատկությունների որոշման եղանակով ընտրել ջերմային մշակման օպտիմալ ռեժիմներ: Նշված նպատակին հասնելու համար ատենախառությունում կարևորվել են հետևյալ խնդիրները.

- Փորձարկումների մեթոդիկայի մշակում՝ հավաստի և օբյեկտիվ տվյալների ստացման համար:
- Այլումինային փայլաթիթեղի և ժպավենի կառուցվածքների և մեխանիկական հատկությունների տարբերությունների և առանձնահատկությունների հետազոտում փայլաթիթեղի ստացման հիմնական փուլերում:
- Այլումինի համաձուլվածքների փայլաթիթեղների վերաբյուրեղացման ընթացքի հետազոտման և ուսումնասիրության ժամանակակից օբյեկտիվ և ուսցիմնալ մեթոդների ընտրություն:
- Այլումինի համաձուլվածքների փայլաթիթեղների վերաբյուրեղացման գործընթացի առանձնահատկությունների ուսումնասիրություններ:
- Ելնելով գիտափորձնական տվյալների արդյունքներից՝ մշակել ժամանակակից և առաջավոր ջերմամշակման տեխնոլոգիա՝ տեխնիկատնտեսական հիմնավորմամբ:

Աշխատանքի գիտական նորայրը: Բացահայտվել է 8011, 8006 և 3003 մակնիշների այլումինային փայլաթիթեղների մեխանիկական հատկությունների փոփոխման օրինաչափությունները՝ կախված փայլաթիթեղի հաստությունից և բաղադրությունից, ինչպես նաև ջերմամշակման պարամետրերից:

Կատարված մետաղագրական, ռենտգենակառուցվածքային և ռենտգենաֆազային համալիր հետազոտությունների արդյունքում բացահայտվել է, որ 8011 մակնիշի այլումինային փայլաթիթեղում դեֆորմացման և վերաբյուրեղացման տերստորաները համընկնում են այլումինի դեֆորմացման և վերաբյուրեղացման

տերստորաների հետ: Դեֆորմացված վիճակում գլոցման հարթությունը համընկնում է {110} բյուրեղագրական հարթության, իսկ վերաբյուրեղացված վիճակում՝ {100} հարթության հետ: Այս հանգամանքի շնորհիվ ռենտգենյան ռեֆլեքսների ինտենսիվությունների փոփոխությունների վերլուծությունների հիման վրա կառուցվել է 45 մկմ հաստությամբ 8011 մակնիշի այլումինային փայլաթիթեղի վերաբյուրեղացման կինետիկայի կորը, որն ունի որոշակի օրինաչափություն և հնարավորություն է տալիս որոշել տվյալ նյութի վերաբյուրեղացման աստիճանը և սրանից կախված՝ մեխանիկական հատկությունների փոփոխությունները՝ ջերմամշակման ցանկացած ռեժիմի դեպքում:

Վերաբյուրեղացման կինետիկայի կառուցման այս մեթոդը հնարավորություն է տալիս որոշել տարբեր մակնիշի այլումինային փայլաթիթեղների վերաբյուրեղացման աստիճանը և մեխանիկական հատկությունները:

Աշխատանքի կիրառման նշանակությունը: Կատարված համալիր հետազոտությունների արդյունքների հիման վրա մշակվել է 8011 մակնիշի այլումինային փայլաթիթեղի որոշակի մեխանիկական հատկությունների ապահովման ջերմամշակման տեխնոլոգիա:

Այսօր առավել կիրառական և մեծ պահանջարկ ունեցող 30...80 մկմ հաստությամբ 8011 մակնիշի այլումինային փայլաթիթեղներից պատրաստվող իրերի շահագործման՝ հատկապես մեխանիկական հատկությունների ապահովման համար մշակվել է գիտականորեն հիմնավորված թրծման տեխնոլոգիա հետևյալ ռեժիմներով՝ T=200°C- 17 ժամ պահման տևողությամբ: Հետազոտությունների արդյունքում ստացված վերաբյուրեղացման կինետիկայի կառուցման մեթոդը կարելի է կիրառել արտադրությունում՝ տարբեր մակնիշների այլումինային փայլաթիթեղների վերաբյուրեղացման աստիճանի և մեխանիկական հատկությունների որոշման համար:

Ատենախառության տեսական, տեղեկատվական և մեթոդական հիմքերը: Ատենախառության համար տեսական հիմք են ծառայել հայրենական և արտասահմանյան դասական և ժամանակակից աշխատությունները, հետազոտության համար տեղեկատվական հիմք են հանդիսացել հրապարակված պաշտոնական տեղեկագրերը, ինչպես նաև տեխնիկական պարբերականները, պատենտները, Գ.ՕՍՏ-երը և այլն:

Հետազոտության ընթացքում կիրառվել են համակարգչային, գրաֆիկական, համեմատական վերլուծությունների մեթոդներ և այլն:

Հետազոտության արդյունքների փորձարկումը և հրապարակումները:

Ատենախոսության հիմնադրույթները և գործնական հանձնարարականներն ըստ մշակման ընթացքի զեկուցվել ու քննարկվել են Հաստատմի Պետական Շարտարագիտական Համալսարանի պրոֆեսորադասախոսական կազմի 2004 – 2005թթ. տարեկան գիտաժողովներում և «Ընդերքաբանություն և մետալուրգիա» դեպարտամենտի «Նյութագիտություն» ամբիոնի 2004թ.-ի թիվ 1 նիստում:

Աշխատանքի հիմնական արդյունքները հրատարակված են 3 (երեք) գիտական հոդվածներում:

Ատենախոսության ծավալը և կառուցվածքը: Ատենախոսությունը բաղկացած է նախաբանից, չորս գլխից, եզրակացություններից և առաջարկություններից, օգտագործված գրականության ցանկից, պարունակում է 26 աղյուսակ և 30 նկար: Ատենախոսության տեքստը շարադրված է 124 էջի վրա՝ ներառյալ օգտագործված գրականության ցանկը: Գրականության ցանկն ընդգրկում է 90 անուն գրականություն՝ հայերեն, ռուսերեն, անգլերեն և գերմաներեն լեզուներով:

ԱՏԵՆԱԽՈՍՈՒԹՅԱՆ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ

Նախաբանում հիմնավորված է ատենախոսության թեմայի արդիականությունը, շարադրված են նպատակն ու խնդիրները, հետազոտության օբյեկտն ու առարկան, ինչպես նաև ձևակերպված է գիտական նորույթը և աշխատանքի գործնական նշանակությունը:

Առաջին գլուխը՝ «Ալյումինային համաձուլվածքներից պատրաստվող փայլաթիթեղների կառուցվածքի և հատկությունների ուսումնասիրությունները», բաղկացած է 5 բաժնից, իրականացված է գրականության վերլուծություն, ուր քննարկվել են ալյումինի և նրա համաձուլվածքների ստացման եղանակները, տեսակները, ջերմամշակման եղանակները, ինչպես նաև սրանցից պատրաստված ժապավենների և փայլաթիթեղների կառուցվածքագոյացման, մեխանիկական հատկությունների տարբերությունները: Փոքր ամրության պատճառով մաքուր ալյումինը, որպես կոնստրուկցիոն նյութ, չի օգտագործում, սակայն լայն կիրառություն են գտել ալյումինային համաձուլվածքները, քանի որ դրանք օժտված են բարձր տեսակարար ամրությամբ: Ալյումինային համաձուլվածքները բաժանվում են երեք խմբի՝ դեֆորմացման, ձուլման, հրամուր: Փայլաթիթեղները պատրաստում են դեֆորմացման համաձուլվածքներից: Այն համաձուլվածքներում, որոնցից հմնականում պատրաստում

են ալյումինային փայլաթիթեղներ, բացի հիմնական խառնուկներից՝ Fe և Si , որպես լեգիրող տարրեր են հանդիսանում նաև Mn, Mg և Cu-ը, որոնց առավելագույն լուծվելիությունը ըստ կշռի համապատասխանաբար՝ կազմում է 1,5%, 0,6% և 0,3% , միաժամանակ այն լեգիրում են Zn, Cr և Ti, որոնց առավելագույն լուծվելիությունը ըստ կշռի կազմում է մինչև 0,1%: Այս բոլոր տարրերը սենյակային ջերմաստիճանում հավասարակշռված վիճակում ունեն համեմատաբար մեծ լուծվելիություն, քան համաձուլվածքներում եղածը: Այդ իսկ պատճառով վերը նշված բոլոր տարրերը գտնվում են ալյումինի հիմքով պինդ լուծույթում: Վերը նշված բոլոր տարրերը, բացի Cr-ից և Ti-ից, ալյումինի հետ առաջացնում են էվտեկտիկաներ: Cr-ի և Ti-ի դեպքում տեղի է ունենում պերիտեկտիկական փոխակերպություն՝ ալյումինի հիմքով պինդ լուծույթի առաջացմամբ: Նշված համակարգերի համար էվտեկտիկաների ջերմաստիճանները համապատասխանում են՝ Al-Cu՝ 548 °C, Al-Mn՝ 657 °C, Al-Mg՝ 449 °C, Al-Zn՝ 443 °C: Քանի որ ալյումինի հիմնական խառնուկները՝ Fe և Si-ն են , ապա դիտարկվել է Al-Fe-Si համակարգը: Եռակի վիճակի դիագրամի վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ համակարգում առաջանում են երկակի և եռակի միջանկյալ ֆազեր, որոնցից են Al₃Fe, α(AlFeSi), β(AlFeSi), δ(AlFeSi): Այս համակարգում տեղի են ունենում մի շարք նոնվարիանտ հավասարակշռության փոխակերպումներ, որոնցում ալյումինային պինդ լուծույթի հետ հավասարակշռության մեջ են գտնվում Al₃Fe, α(AlFeSi), β(AlFeSi) ֆազերը և Si-ը: Al₃Fe-ը α_{Al} -ի հետ առաջացնում է էվտեկտիկա 655°C-ում: Fe-ի առավելագույն լուծվելիությունը α_{Al} -ում կազմում է 0,052%, իսկ էվտեկտիկայի կետում՝ 1,7%: 629°C-ում տեղի է ունենում նոնվարիանտ պերիտեկտիկ փոխակերպություն՝ հեղուկի, α_{Al}, Al₃Fe և α(AlFeSi)-ի միջև, որտեղ Si-ի մաքսիմալ լուծվելիությունը 0,6% է, իսկ Fe-ը՝ 0,052%: Պերիտեկտիկ փոխակերպության կետը՝ ~ 2% Fe և 4% Si: Հեղուկի, α_{Al}, α(AlFeSi) և β(AlFeSi)-ի միջև 611°C-ում տեղի է ունենում պերիտեկտիկ փոխակերպություն, որտեղ Fe-ի առավելագույն լուծվելիությունը 0,04% է, իսկ պերիտեկտիկ փոխակերպության կետում 2,2 % Fe և 7% Si-ում: Դիտարկվող համակարգի մնացած նոնվարիանտ հավասարակշռությունները էական չեն, քանի որ Fe-ի և Si-ի պարունակությունները չափազանց մեծ են և դուրս են գալիս դեֆորմացման համաձուլվածքների տիրույթից:

Այսօր ալյումինային փայլաթիթեղի համար օգտագործվող ալյումինային համաձուլվածքներում՝ Al-Fe-Si համակարգում, հիմնականում ի հայտ են գալիս Al₃Fe և α(AlFeSi) ֆազերը, որոնք առաջանում են համապատասխանաբար 655°C էվտեկտիկ և ապա 629°C պերիտեկտիկ փոխակերպություններով: Կատարվել են

ուսումնասիրություններ և համեմատվել են արտասահմանում և նախկին ԽՍՀՄ – ում գործող այլումինային փայլաթիթեղների մակնիշները, դրանց գրառման ձևերը և տարբերությունները: Վերլուծվել են այլումինային համաձուլվածքների ջերմամշակման ընդհանուր բնութագրերը: Մանրամասն ուսումնասիրված են տարբեր համաձուլվածքների այլումինային փայլաթիթեղների և ժապավենների առանձնահատկությունները՝ տարբեր վիճակներում: Ըստ գրականության վերլուծության առ այսօր շատ դժվար է տալ այլումինային փայլաթիթեղի հստակ սահմանումը, քանի որ տարբեր երկրներում մոտեցումները տարբեր են: Օրինակ՝ Ռուսաստանում և Ֆրանսիայում այլումինային փայլաթիթեղ են անվանում մինչև 0,2 մմ հաստության զրոցված ժապավենը, մինչդեռ Իտալիայում այն չի գերազանցում 0,05 մմ-ը: Ռուսումնասիրությունները ցույց են տալիս, որ այլումինային փայլաթիթեղի կրիտիկական հաստությունը չպետք է գերազանցի 0,1 մմ-ը, այսինքն՝ մեխանիկական հատկությունների տարբերությունները ի հայտ են գալիս 0,1-ից փոքր հաստությունների դեպքում, իսկ այլումինային համաձուլվածքների դեպքում այդ մեծությունը այս կամ այն չափով կարող է փոփոխվել՝ կախված լեգիրող տարրերի բնույթից և պարունակությունից:

Երկրորդ գլուխը՝ «Ելանյութերի ընտրումը, չափիչ-հսկիչ սարքավորումներ և հետազոտման մեթոդիկան», բաղկացած է 4 բաժնից, բերված են ելանյութերի բնութագրերը և կատարված է չափիչ-հսկիչ սարքավորումների ընտրում, մշակված է փորձնական հետազոտման մեթոդիկա:

Ելնելով այլումինային համաձուլվածքներից պատրաստվող փայլաթիթեղների հատկություններին առաջադրող ժամանակակից պահանջներից՝ որպես փայլաթիթեղի նյութեր ընտրվել են 8011, 8006 և 3003 մակնիշի համաձուլվածքները, բայց հատուկ ուշադրության է արժանացել 8011 մակնիշի համաձուլվածքը, որն առավել կիրառական է և ձուլվում ու վերամշակվում է Հայաստանում՝ «ԱրմենԱլ» ՓԲԸ - ում:

Հաշվի առնելով այլումինային համաձուլվածքներից պատրաստվող փայլաթիթեղների կառուցվածքային առանձնահատկությունները, ջերմային մշակման ընթացքում և մշակումից հետո, իրականացվել են համապատասխան փորձարկումներ, հետազոտություններ և ուսումնասիրություններ: Մեխանիկական հատկությունների որոշման համար կատարվել է ձգման փորձարկում՝ որոշակի չափ և ձև ունեցող մնուշների միջոցով, ըստ համապատասխան ստանդարտների: Կատարվել է փայլաթիթեղի լայնակի և երկայնակի հատույթներով մնուշների միկրոկարծրության որոշում: Սրանց համար պատրաստվել են հատուկ փորձամնուշներ: Մետաղագրական վերլուծության համար

հղկուկները պատրաստվել են էլեկտրակոկմամբ, որոնց հիման վրա էլ կատարվել է քանակական վերլուծություն: Կատարվել է դեֆորմացված և տարբեր աստիճաններով վերաբյուրեղացված այլումինային փայլաթիթեղների ռենտգենակառուցվածքային վերլուծություն՝ Ըս-ի Կ α ճառագայթների միջոցով: Այս բոլոր համալիր գործողությունների կատարման համար օգտագործվել են տարբեր տեսակի չափիչ-հսկիչ սարքավորումներ և կիրառվել է համապատասխան մեթոդիկա, ինչպես նաև բերված են փորձարկումների ձևերը և դրանց համար օգտագործվող սարքավորումների համառոտ բնութագրերը:

Երրորդ գլուխը՝ «Այլումինային համաձուլվածքներից պատրաստվող փայլաթիթեղների ջերմային մշակման, կառուցվածքի և հատկությունների հետազոտումը», բաղկացած է 5 բաժնից:

Այլումինային փայլաթիթեղի վերջնական կառուցվածքի և հատկությունների ձևավորման վրա մեծ ազդեցություն ունի սառը զրոցման դեֆորմացման աստիճանը: Այդ իսկ պատճառով հետազոտվել է դեֆորմացված 8011, 8006, 3003 մակնիշի այլումինային փայլաթիթեղների մեխանիկական հատկությունների կախվածությունը դեֆորմացման աստիճանից: Փորձերի թվային արդյունքները բերված են աղյուսակում:

Աղյուսակ

Դեֆորմացման աստիճանից կախված տարբեր մակնիշի այլումինային համաձուլվածքների ձգման ամրության սահմանները և հարաբերական երկարացումները

8011	Հարաբերական դեֆորմացման աստիճանը, η %						
	0	40	58	77	92	96	-
$\sigma_b, \text{ՄՆ/մ}^2$	101,0	140,0	155,0	151,0	195,0	203,0	-
$\delta, \%$	30,0	10,0	2,5	2,3	4,0	2,0	-
3003	Հարաբերական դեֆորմացման աստիճանը, η %						
	0	50	81	86	90	93	-
$\sigma_b, \text{ՄՆ/մ}^2$	122,0	162,0	218,0	234,0	235,0	236,0	-
$\delta, \%$	27,0	12,0	2,0	1,5	1,0	1,0	-
8006	Հարաբերական դեֆորմացման աստիճանը, η %						
	0	52	76	83	90	94	96
$\sigma_b, \text{ՄՆ/մ}^2$	112,0	175,4	213,0	225,0	203,0	216,0	222,0
$\delta, \%$	23,0	2,2	1,5	1,25	2,5	1,5	1,5

Հետազոտությունները ցույց են տվել, որ ամրության կորերի վրա գոյանում է շրջման կետ:

Այլումինային փայլաթիթեղի արտադրությունում վերջնական արտադրանքի անհրաժեշտ կառուցվածքը և հատկությունները, ինչպես նաև ապրանքային տեսքն ապահովվում է վերջնական ջերմային մշակման միջոցով: Այսինքն՝ այլումինային փայլաթիթեղի արտադրության վերջնական փուլում խոտանից խուսափելու համար հստակ պետք է իմանալ ջերմային մշակման ռեժիմներով պայմանավորված նյութի կառուցվածքի և մեխանիկական հատկությունների փոփոխման օրինաչափությունները, այդ նպատակով մեր կողմից հետազոտվել է 8011, 8006, 3003 մակնիշի այլումինային համաձուլվածքներից պատրաստված փայլաթիթեղների կառուցվածքի և մեխանիկական հատկությունների փոփոխությունը, տարբեր ռեժիմներով ջերմամշակումից հետո:

Հետազոտությունները ցույց են տվել, որ վերաբյուրեղացման ջերմային մշակման ընթացքում փոփոխվում են ամրության և պլաստիկության ցուցանիշները ըստ որում՝ օրինաչափորեն նվազում է ամրությունը և աճում՝ պլաստիկությունը: Սակայն այս ցուցանիշների փոփոխության աստիճանը տարբեր հաստության փայլաթիթեղների համար տարբեր է: 8011 մակնիշի 20...45 մկմ հաստությամբ այլումինային փայլաթիթեղների համար վերաբյուրեղացումն ընթանումն ավելի ցածր ջերմաստիճաններում՝ ~ 145...225°C-ում, իսկ 130 և 237 մկմ հաստությամբ փայլաթիթեղի համար այս ջերմաստիճանների միջակայքը սկսվում է համապատասխանաբար՝ ~ 170°C-ից՝ 237մկմ-ի համար ու 160°C-ից՝ 130մկմ-ի համար և չի ավարտվում նշված ռեժիմների դեպքում, այսինքն՝ անհրաժեշտ է պահման ավելի երկար տևողություն: Ըստ ստացված արդյունքների՝ ավելի մեծ հարաբերական երկարացման ցուցանիշ ունեն հաստ նմուշները, իսկ բարակները՝ ընդհակառակը, մինչդեռ վերաբյուրեղացումից հետո ձգման ամրության սահմանը գտնվում է 100±20 ՄՆ/մ² միջակայքում:

8006 մակնիշի մինչև 100 մկմ հաստությամբ այլումինային փայլաթիթեղի դեպքում վերաբյուրեղացումն ընթանում է ավելի բարձր ջերմաստիճաններում՝ (~ 300°C), քան 8011 մակնիշի դեպքում: Այս հաստությունից ավելի բարակի դեպքում համապատասխան հարաբերական երկարացման և ձգման ամրության սահմանները փոփոխվում են փայլաթիթեղների մեխանիկական հատկությունների փոփոխման օրենքներին համաձայն: Այսինքն՝ հարաբերական երկարացման ցուցանիշն աճում է հաստության հետ մեկտեղ, իսկ ձգման ամրության սահմանը՝ ընդհակառակը: 270 և 130 մկմ

հաստությամբ ժապավենների համար վերաբյուրեղացումը համապատասխանաբար ընթանում է՝ 300 և 250°C-ում, այսինքն նվազում է ինչպես 8011 մակնիշի դեպքում:

Եթե վերաբյուրեղացումից հետո նշված բոլոր հաստությունների համար ձգման ամրության սահմանը գտնվում է՝ 110±10 ՄՆ/մ² միջակայքում, ապա այլ է պատկերը հարաբերական երկարացման դեպքում: Վերաբյուրեղացումից հետո մինչև 100 մկմ հաստությամբ փայլաթիթեղների համար հարաբերական երկարացման ցուցանիշը աճում է համապատասխանաբար բարակից դեպի հաստը, որը բնորոշ է բոլոր փայլաթիթեղներին, իսկ 100 մկմ-ից հաստերի համար, նույն պայմաններում, հարաբերական երկարացման փոփոխությունն ընթանում է այլ ձևով:

3003 մակնիշի 38...108 մկմ հաստությամբ այլումինային փայլաթիթեղների վերաբյուրեղացումն ընթանում է ~250...300°C-ում: Նշված հաստությունների դեպքում վերաբյուրեղացումից հետո ձգման ամրության սահմանը գտնվում է 110±5 ՄՆ/մ² միջակայքում, իսկ հարաբերական երկարացման ցուցանիշների տարբերությունը բավականին մեծ է և տատանվում է 12,5...23 %-ի սահմաններում:

8011, 3003 և 8006 մակնիշների այլումինային փայլաթիթեղների վերաբյուրեղացման ջերմաստիճանների, ինչպես նաև մեխանիկական հատկությունների տարբերությունը կարելի է բացատրել վերաբյուրեղացման գործընթացի վրա խառնուկների պարունակության և դեֆորմացման չափի ազդեցությամբ:

Կատարվել է նաև տարբեր հաստությամբ, դեֆորմացված և տարբեր ռեժիմներով ջերմամշակված 8011 մակնիշի այլումինային փայլաթիթեղների միկրոկարծրության որոշում: Այդ նպատակով պատրաստվել են հատուկ փորձամուշներ, լայնակի և երկայնակի հատույթներով փայլաթիթեղների համար: Դեֆորմացված վիճակում, 20...237 մկմ հաստությունների՝ դեպքում, միկրոկարծրության արժեքը գտնվում է համապատասխանաբար 5...50 ՄՆ/մ² միջակայքում: Ընդ որում՝ գրեթե բոլոր հաստությունների դեպքում երկայնակի հատույթում այն ավելի մեծ արժեք ունի, քան լայնակի հատույթում:

Տարբեր աստիճաններով դեֆորմացված և տարբեր ռեժիմներով թրծված 8011 մակնիշի այլումինային համաձուլվածքից պատրաստված փայլաթիթեղները ենթարկվել են մետաղագրական հետազոտության, որի համար անհրաժեշտ հղուկները պատրաստվել են էլեկտրակոմպոնտներ՝ տարբեր էլեկտրոլիտներում և տարբեր ռեժիմներով: Կատարվել է միկրոկառուցվածքի քանակական հետազոտում Ա. Ա. Սալտիկովի «Պատահական և ուղղորդված հատողների» և Ա. Գլազովի «Դաշտերի տեսության»

եղանակներով: 570 մկմ հաստությամբ գլոցված և 500°C- 20 ժ պահմամբ քրծված փայլաթիթեղի հավասարառանցք կառուցվածքի դեպքում հատիկի միջին չափը 45 մկմ է, իսկ առաջնային վերաբյուրեղացումից հետո հատիկի միջին տրամագիծը՝ 15 մկմ:

Որոշվել է նաև ուղղվածության α գործակիցը տարբեր դեֆորմացման աստիճաններից հետո: Դեֆորմացված 45 մկմ հաստությամբ 8011 ալյումինային համաձուլվածքից պատրաստված փայլաթիթեղի համար (1)

$$\alpha = \frac{m_{\perp} - m_{\parallel}}{m_{\perp} + m_{\parallel}} = 0,84, \quad (1)$$

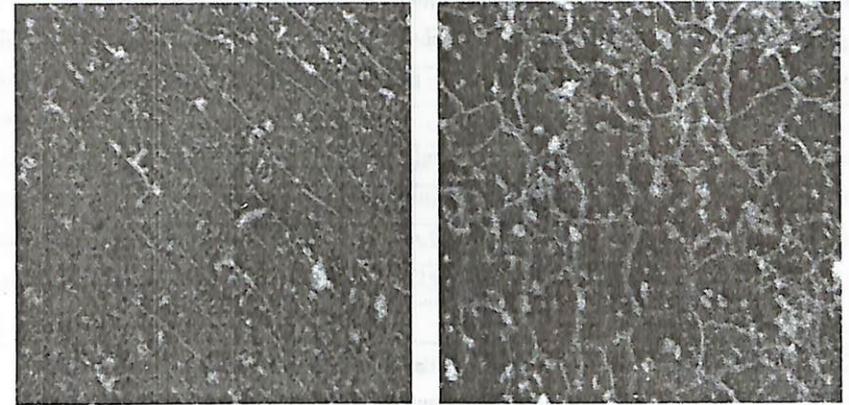
իսկ դեֆորմացված 237 մկմ հաստությամբ փայլաթիթեղի համար (2)

$$\alpha = \frac{m_{\perp} - m_{\parallel}}{m_{\perp} + m_{\parallel}} = 0,54, \quad (2)$$

սրտեղ m_{\parallel} -ը գլոցման ուղղությամբ գուգահեռ հատայթների դեպքում հատումների քանակն է միավոր (1մմ) երկարության վրա, m_{\perp} -ը՝ գլոցման ուղղությանն ուղղահայաց հատայթների դեպքում հատումների քանակը՝ միավոր (1մմ) երկարության վրա:

Հաշվարկվել է նաև 8011 մակնիշի ալյումինային փայլաթիթեղի ավեցուկային մասնիկների քանակության հաշվարկ, ըստ միկրոկառուցվածքի պարամետրերի վիճակագրական բնութագրերի: Յուրաքանչյուր նմուշի համար կատարված անկախ փորձարկումների քանակը 15 է: Ըստ փորձարկումների միավոր մակերեսի վրա ընկնում է 10...12 ավեցուկային մասնիկ, որոնց միջին տրամագիծը չի գերազանցում 5 մկմ-ի սահմանը: Ելնելով հետազոտության արդյունքներից՝ վերը նշված մեթոդիկայով հաշվարկվել է 8011 մակնիշի ալյումինային փայլաթիթեղում ավեցուկային ֆազերի քանակությունը, որը ստացվել է $3,4 \pm 0,1$ %: Նկար 1-ում քերված են 8011 մակնիշի դեֆորմացված և վերաբյուրեղացված ալյումինային փայլաթիթեղների միկրոկառուցվածքները:

Կատարվել է 45 մկմ հաստությամբ տարբեր ռեժիմներով ջերմամշակված 8011 ալյումինային փայլաթիթեղի ռենտգենաֆազային անալիզ Cu-ի K α ճառագայթների օգնությամբ: Դիֆրակտագրերի ուսումնասիրությունները ցույց են տալիս, որ դեֆորմացված փայլաթիթեղը տեքստուրացված է, ըստ որում՝ գլոցման հարթությունը համընկնում է {220} ռեֆլեքսի հետ, որը {110} բյուրեղագրական հարթության երկրորդ կարգի անդրադարձն է: Առաջնային վերաբյուրեղացման ընթացքում առաջացել է



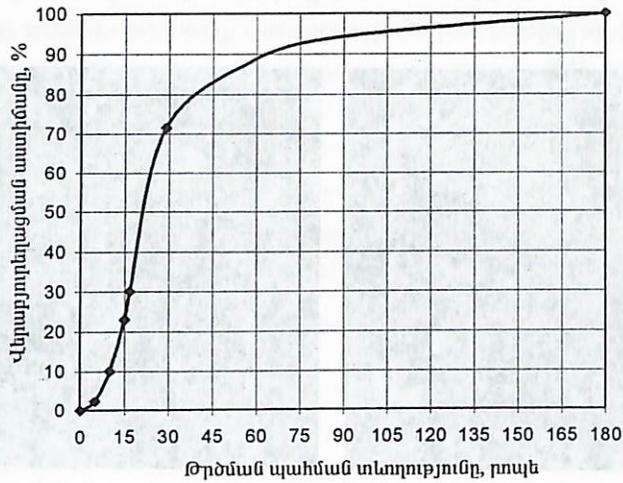
ա)

բ)

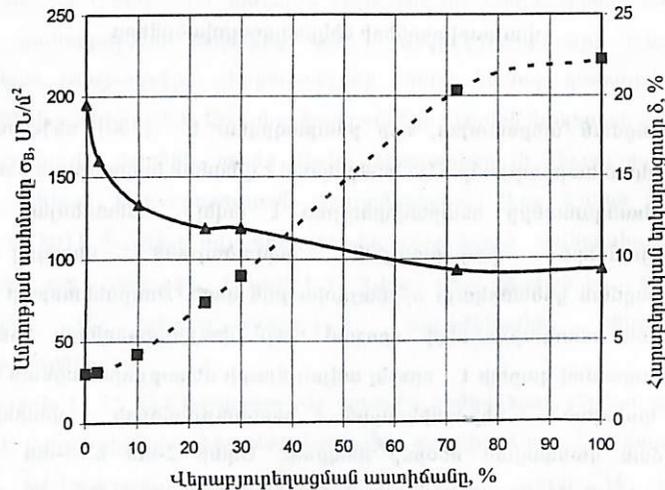
Նկ. 1: 8011 մակնիշի ա)դեֆորմացված*100 և բ)վերաբյուրեղացված*400, ալյումինային փայլաթիթեղների միկրոկառուցվածքները

վերաբյուրեղացման տեքստուրա, որը բնութագրվում է {200} ռեֆլեքսով և {100} բյուրեղագրական հարթությամբ: Այն համընկնում է գլոցման հարթության հետ:

Այս համաձայնաբեր հնարավորություն է տվել ռենտգենյան ռեֆլեքսների ինտենսիվությունների փոփոխության վերլուծության միջոցով կառուցել վերաբյուրեղացման կինետիկայի օրինաչափական կորը: Ջուգահեռաբար կատարվել է մեխանիկական հատկությունների որոշում նույն փայլաթիթեղների նմուշների վրա: Մրանց համադրումով կարելի է որոշել տվյալ նյութի վերաբյուրեղացման աստիճանը և դրանից կախված՝ մեխանիկական հատկությունների փոփոխությունները ջերմամշակման ցանկացած ռեժիմի դեպքում: Նկար 2-ում և 3-ում քերված են համապատասխան 45 մկմ հաստության 8011 մակնիշի ալյումինային փայլաթիթեղի վերաբյուրեղացման կինետիկ կորը և 45 մկմ հաստությամբ 8011 ալյումինային համաձուլվածքի փայլաթիթեղի ամրության և պլաստիկության ցուցանիշների կախվածությունը վերաբյուրեղացման աստիճանից:



Նկ. 2: 45 մկմ հաստությամբ 8011 մակնիշի ալյումինային փայլաթիթեղի վերաբյուրեղացման կինետիկ կորը



Նկ. 3: 45 մկմ հաստությամբ 8011 ալյումինային համաձուլվածքի փայլաթիթեղի ամրության և պլաստիկության ցուցանիշների կախվածությունը վերաբյուրեղացման աստիճանից

Չորրորդ գլուխը՝ «Ալյումինային փայլաթիթեղի ջերմամշակման տեխնոլոգիայի մշակումը և տեխնիկատնտեսական հիմնավորումը», բաղկացած է 2 բաժնից:

Իրականացված համալիր հետազոտությունների հիման վրա մշակվել է 8011 մակնիշի փայլաթիթեղների ջերմային մշակման տեխնոլոգիա, որն ինչպես որակական, այնպես էլ տնտեսական տեսանկյունից գերազանցում է ներկայում կիրառվող տեխնոլոգիային:

Ստացված արդյունքների հիման վրա կատարվել է մշակված տեխնոլոգիայի տեխնիկատնտեսական հիմնավորում, համաձայն որի 8011 մակնիշի 1 տոննա ալյումինային փայլաթիթեղի ջերմամշակման ինքնարժեքը կազմել է 988,65 հազ. դրամ, իսկ տարեկան տնտեսական շահույթը՝ 1370250 հազ. դրամ:

ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ԵԶՐԱԿԱՅՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

1. Փորձագիտական հետազոտությունների միջոցով որոշվել են 8011, 8006 և 3003 մակնիշների ալյումինային համաձուլվածքների փայլաթիթեղների մեխանիկական հատկությունների փոփոխման օրինաչափությունները՝ կախված փայլաթիթեղի հաստությունից, դեֆորմացման աստիճանից, բաղադրությունից և ջերմամշակման ռեժիմներից (պահման տևողություն, ջերմաստիճան): Արդյունքում, վերաբյուրեղացումից հետո վերը նշված մակնիշի ալյումինային փայլաթիթեղների համար ամրության սահմանը գտնվում է 80...120 ՄՆ/մ² միջակայքում, իսկ հարաբերական երկարացումը՝ 8...32% - ի սահմաններում:

2. Մշակվել է 8011 մակնիշի 45 մկմ հաստությամբ ալյումինային փայլաթիթեղի վերաբյուրեղացման աստիճանի փոփոխման կինետիկան, որը հնարավորություն է ընձեռում որոշել վերաբյուրեղացման աստիճանը և սրանից կախված մեխանիկական հատկությունների փոփոխությունները՝ ջերմամշակման ցանկացած ռեժիմի դեպքում:

3. Խորը մետաղագրական հետազոտությունների միջոցով ուսումնասիրվել են 8011 մակնիշի ալյումինային փայլաթիթեղի կառուցվածքային առանձնահատկությունները՝ դեֆորմացված և տարբեր ռեժիմներով թրծված վիճակներում:

4. Քանակական մետաղագրության եղանակներով որոշվել է ավելցուկային ֆազերի քանակությունը, որը կազմում է 3,4±0,1 %, ինչպես նաև ռենտգենակառուցվածքային հետազոտությունների միջոցով ապացուցվել է, որ՝

- դեֆորմացված փայլաքիթեղի կառուցվածքը և հատկությունները խիստ կերպով կախված են դեֆորմացման աստիճանից՝ մնացած բոլոր հաստատուն պարամետրերի դեպքում;
- դեֆորմացման հետևանքով տեղի է ունենում փայլաքիթեղի տեքստուրացում. գլոցման հարթությունը համընկնում է {220} ռեֆլեքսի և {110} բյուրեղագրական հարթության հետ;
- առաջնային վերաբյուրեղացումից հետո ստեղծվում է վերաբյուրեղացման տեքստուրա: Գլոցման հարթությունը համընկնում է {200} ռեֆլեքսի և {100} բյուրեղագրական հարթության հետ:

5. Հետազոտվել են 8011 մակնիշի պլյումինային փայլաքիթեղների միկրոկառուցվածքները, որոնք ստացվել են չքեռացված ճառագայթների տակ, ինչպես նաև որոշվել են հատիկների չափերը, համաձայն որի հոմոգենացումից հետո այն հավասար է 45 մկմ, վերաբյուրեղացումից հետո՝ 15 մկմ:

6. Բանակական անալիզի եղանակով որոշվել է հատիկների ուղղվածության α գործակիցը տարբեր դեֆորմացման աստիճանների դեպքում: 45 մկմ հաստությամբ դեֆորմացված 8011 պլյումինային փայլաքիթեղի համար այն կազմել է 0,54, իսկ 237 մկմ հաստությամբ նույն մակնիշի փայլաքիթեղի դեպքում՝ 0,84:

7. Փորձագիտական հետազոտությունների արդյունքում մշակվել է 8011 մակնիշի փայլաքիթեղների ջերմային մշակման տեխնոլոգիա, որն ինչպես որակական, այնպես էլ տեխնիկատնտեսական ցուցանիշներով գերազանցում է ներկայումս գոյություն ունեցող տեխնոլոգիաներին:

8. Կատարվել է 8011 մակնիշի պլյումինային փայլաքիթեղի ջերմամշակման տեխնոլոգիայի տեխնիկատնտեսական հիմնավորում: Արդյունքում 1 տոննա փայլաքիթեղի ջերմային մշակման ինքնարժեքը կազմել է 988,65 հազ. դրամ: Տարեկան տնտեսական շահավետությունը՝ 1370250 հազ. դրամ:

Ատենախոսության հիմնական արդյունքները արտացոլվել են հետևյալ գիտական աշխատանքներում:

1. Ալայան Ա. Ա., Գասպարյան Ա. Ս. Ալյումինային համաձուլվածքներից պատրաստված փայլաքիթեղների վերաբյուրեղացման գործընթացի հետազոտումը// ՀՀ ԳԱԱ և ՀՊՃՀ տեղեկագիր.- ՏԳ սերիա.- Երևան.-2005.- Հատոր LVII.- № 1.- էջ 59-66:

2. Ալայան Ա. Ա., Գասպարյան Ա. Ս. 8006 մակնիշի պլյումինային համաձուլվածքից պատրաստված փայլաքիթեղների մեխանիկական հատկությունների հետազոտումը// ՀՊՃՀ-ի տարեկան գիտաժողովի նյութերի ժողովածու.- Երևան, 2004.- էջ 585-587:
3. Գասպարյան Ա. Ս. Նվազագույն քառակուսիների մեթոդով պլյումինային համաձուլվածքի փայլաքիթեղի բյուրեղային ցանցի պարբերության որոշումը// Հայաստանի ճարտարագիտական Ակադեմիայի Լրաբեր.- Հատոր II.- № 1.- Երևան 2005.- էջ 88-91:

РЕЗЮМЕ

Диссертация посвящена изучению процессов структурообразования и изменению свойств при получении фольги из алюминиевых сплавов.

Непрерывный рост спроса на фольгу из алюминиевых сплавов, обладающих определенными, обычно, повышенными механическими свойствами, требует проведения комплексного изучения изменения структуры и свойств на всех этапах получения фольги.

Проведенный детальный литературный обзор выявил отсутствие данных, служащих основой для разработки данных, служащих основой для разработки научно обоснованной технологии термической обработки при получении фольги из современных алюминиевых сплавов. Целью данной работы является восполнение этого пробела для некоторых сплавов. С этой точки зрения работы весьма актуальна.

В качестве объекта исследования были выбраны сплавы, наиболее применимые на сегодняшний день для изготовления алюминиевой фольги: 8011, 8006 и 3003. Наибольшее внимание было уделено сплаву марки 8011, т.к. оно отливается и обрабатывается в Армении на ЗАО "АрменАл". Были исследованы закономерности изменения механических свойств алюминиевой фольги из вышеотмеченных сплавов в зависимости от степени деформации и различных режимов термообработки. Результаты исследований показывают, что после рекристаллизации предел прочности фольги из данных сплавов находится в пределах от 80 до 120 МН/м², а относительное удлинение от 8 до 32%. Температуры начала и конца рекристаллизации для данных сплавов имеют различные значения: 8011 ($t_{нр} = 175^{\circ}\text{C}$, $t_{кр} = 225^{\circ}\text{C}$), для 8006 и 3003 приблизительно схожи ($t_{нр} = 250^{\circ}\text{C}$, $t_{кр} = 300^{\circ}\text{C}$).

Посредством металлографического и рентгенофазового анализа были выявлены микроструктуры и их параметры для алюминиевой фольги из сплава 8011 после деформирования и различных степеней рекристаллизации. После гомогенизирующего отжига, в случае равноосной структуры, средняя величина зерна составляет 45мкм, а после первичной рекристаллизации – 15мкм.

Параллельно проведенные рентгеноструктурный анализ и определение механических свойств для алюминиевой фольги из сплава 8011 позволили построить кинетические кривые рекристаллизации и изменения механических свойств. Это

05.02.2013

позволяет определить степень рекристаллизации и в зависимости от нее изменение механических свойств при любых режимах термообработки.

На основе комплексных научно – экспериментальных исследований разработана современная технология термообработки алюминиевой фольги из сплава 8011: 200°C с выдержкой 17ч, которая как по качественным, так и по технико – экономическим показателям превосходит применяемую на данный момент технологию.

ՀՀ Ազգային գրադարան



NL1655470

