

A 05.16.01
7-50

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԿՐԹՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ
ՆԱԽԱՐԱՐՈՒԹՅՈՒՆ
ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՊԵՏԱԿԱՆ ԾԱՐՄԱՐԱԳԻՏԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ

ՊԵՏՐՈՍՅԱՆ ԱՐՄԵՆ ՄԱՆՎԵԼԻ

ԿՈՄՊՈԶԻՏՈՒՄԻ ՊՈՐՊՈՍՆԵՐԻ ԿԱՌՈՒԹՎԱԾՔԻ ԵՎ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ
ՁԵՎԱԿՈՐՈՒՄԸ ԶԵՐՄԱՏԵՆՆԻԿԱԿԱՆ ՄՇԱԿՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿ

Ե 16.01 - «Նյութագիտություն և կոմպոզիցիոն նյութեր»
մասնագիտությամբ տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի
գիտական աստիճանի հայցման ատենախոսության

Ս Ե Ղ Մ Ա Գ Ի Ր

ԵՐԵՎԱՆ – 2001

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ
АРМЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНЖЕНЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ПЕТРОСЯН АРМЕН МАНВЕЛОВИЧ

ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИОННЫХ
СТАЛЕЙ ПРИ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата технических наук
по специальности 05.16.01 –
"Материаловедение и композиционные материалы"

ЕРЕВАН - 2001

Ատենախոսության թեման հաստատվել է Հայաստանի Պետական
ճարտարագիտական Համալսարանում
Գիտական ղեկավար

- տեխ. գիտ. թեկնածու, դոցենտ
Ս. Գ. Մամյան

Պաշտոնական ընդհանրություններ


- տեխ. գիտ. դոկտոր, պրոֆեսոր
Ս. Գ. Աղբալյան
- տեխ. գիտ. թեկնածու
Շ. Է. Սարգսյան
«Հայէլեկտրոնմեքենա» ԲԸ

Առաջատար կազմակերպություն

Պաշանությունը կայանալու է «23» նոյեմբերի 2001թ. ժ. 13-ին
031 մասնագիտական խորհրդի նիստում Հայաստանի Պետական
ճարտարագիտական Համալսարանում:
Հասցեն 375009, Երևան, Տերյան փ. 105:

Ատենախոսությանը կարելի է ծանոթանալ ՀՊԵՀ-ի գրադարանում:
Սեղմագիրը առաքված է «23» հոկտեմբերի 2001թ.

Մասնագիտական խորհրդի գիտական
քարտուղար, տեխ. գիտ. թեկնածու, դոցենտ

 L. Գ. Գալստյան

Тема диссертации утверждена в Государственном инженерном
университете Армении
Научный руководитель

- кандидат технических наук, доцент
Мамаян С. Г.

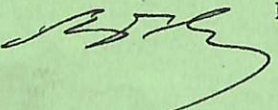
Официальные оппоненты

- доктор технических наук, профессор
Агбалаян С. Г.
- кандидат технических наук
Саргсян Ш. Э.

Ведущая организация АО "Армэлектромаш"
Защита состоится "23" ноября 2001г. в 13 час.
на заседании специализированного совета 031
Государственного инженерного университета Армении
по адресу: Ереван, ул. Теряна 105

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ГИУА
Автореферат разослан "23" октября 2001г.

Ученый секретарь специализированного совета
канд. тех. наук., доцент

 Галстян А.Г.

28 95-2001

ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ԲՆՈՒԹԱՎԻՐԸ

Աշխատանքի արդիականությունը: Հոգնածության նկատմամբ բարձր
դիմադրողականությամբ և բեկուն քայքայման նկատմամբ հակուն չունեցող
բարձրամուր նյութերի ստեղծումը հանդիսանում է ժամանակակից
մետաղագիտության գերխնդիրը, որի հաջող լուծումից է կախված հետագա
տեխնիկական առաջընթացը: Ներկայումս արդյունաբերությանը պետք է ոչ թե շատ
պողպատ ընդհանրապես, այլ էլ ավելի բարձրամուր, բարձրորակ պողպատ, դրա
հետ մեկտեղ պետք է անընդհատ բարձրացնել մետաղի օգտագործման
գործակիցը, հիմնվելով անթափոն առաջադեմ տեխնալոգիաների վրա
արդյունաբերության բոլոր բնագավառներում:

Էֆեկտիվություն և որակ, այս երկու հասկացողությունները դարձել են ողջ
մարդկության գիտական և տեխնիկական գործնեության նշանաբանը: Պողպատի
ամրության պաշարի առավելագույն և հուսալի օգտագործումը բարդ
բեռնվածության պայմաններում հնարավոր է անկասկած միայն պողպատի
միկրոկառուցվածքի և մակրոկառուցվածքի համատեղ օպտիմալ լուծման
դեպքում:

Արտաքին ուժերի ազդեցության տակ առաջացած մետաղի ներքին
լարվածային վիճակից ելնելով մակրոկառուցվածքի կամ մակրոկոմպոզիտորային,
մասնավորապես շերտավոր, նյութերի նախագծումը և ստացումը
մետաղագիտության ներկայիս կարևորագույն խնդիրներից
մեկն է և հադիսանում է մետաղագիտության և ջերմային մշակման ամբիոնի
կարևորագույն գիտական ուղղություններից մեկը:

Վերը նշված բազմաբնույթ խնդիրների կոմպլեքս լուծումը հաջողությամբ
կարելի է իրականացնել փոշե մետալուրգիայի առանձնահատկությունների և
ջերմամեխանիկական մշակման ժամանակակից մեթոդների գիտականորեն
հիմնավորված ռեժիմներով համադրմամբ, որը հնարավորություն է տալիս
ձևավորել օպտիմալ միկրո և մակրոստրուկտուրա ունեցող պողպատներ բարձր
կոնստրուկցիոն հատկություններով: Նման կարևորագույն պրոբլեմի լուծման հենց
այս դիրքորոշումով հիմնավորվում է ատենախոսության թեմայի
արդիականությունը, ձևավորվում են հետազոտության նպատակներն ու
խնդիրները:

Աշխատանքի նպատակն ու խնդիրները: Ատենախոսության նպատակն է՝
1) Սահմանել փափուկ ենթաշերտով եռաշերտ բարձրամուր պողպատյա
կոմպոզիտների մակրոկառուցվածքի, միկրոստրուկտուրայի և հատկությունների
ձևավորման ընդհանուր օրինաչափությունները,

2) Մշակել բարձրամուր շերտավոր կոմպոզիտային պողպատների ստացման էֆեկտիվ տեխնոլոգիաներ համատեղելով փոշե մետալուրգիայի և ջերմամեխանիկական մշակման առանձնահատկություններն ու հնարավորությունները:

Դրված նպատակին հասնելու համար ատենախոսությունում առաջադրվել և լուծվել են հետևյալ խնդիրները.

ա. Ձևավորվել են փափուկ ենթաշերտով եռաշերտ պողպատներին ներկայացվող պահանջները և սահմանվել են օպտիմալ պարամետրերը ելնելով շերտերի ֆունկցիոնալ դերից:

բ. Ուսումնասիրվել է ԲՋՋՄՍ ազդեցությունը ցածր, միջին և բարձր ածխածնային պողպատների մեխանիկական հատկությունների վրա, ինչպես նաև կարծր և փափուկ մակերևութային շերտերի, մետաղափոշու մաքրության ու դիսպերսության ազդեցությունը մեխանիկական հատկությունների վրա:

գ. Որոշվել են մեխանիկական հատկությունները (σ_b , σ_T , δ , ψ , σ_{-1} , KCU, KCT) տարբեր մշակումներից հետո, իրագործվել են միկրոստրուկտուրայի և ենթաստրուկտուրայի ուսումնասիրություններ օպտիկական միկրոսկոպիայի և էլեկտրոնային թափանցիկ միկրոսկոպիայի, ինչպես նաև ռենտգենոստրուկտուր անալիզի մեթոդով: Ստացված արդյունքների հիման վրա սահմանվել են օպտիմալ ռեժիմները և ամրացման միկրո և մակրո մեխանիզմները:

դ. Մշակվել է ԲՋՋՄՍ կիրառմամբ եռաշերտ բարձրամուր պողպատների ստացման տեխնոլոգիա և սահմանվել են կիրառման բնագավառները:

Աշխատանքի գիտական նորությունը: Համաձայն հետազոտման առաջ դրված խնդրի լուծված են մի շարք շատ կարևոր գիտական խնդիրներ:

Մշակվել է փափուկ ենթաշերտով բարձրամուր պողպատե կոմպոզիտների ստացման էֆեկտիվ տեխնոլոգիա փոշե մետալուրգիայի և ՋՄՍ համատեղմամբ: Ելնելով ճաքի առաջացման և տարածման օրինաչափություններից և ճաքի կրիտիկական չափի տեսական հաշվարկներից, ինչպես նաև շերտերի ֆունկցիոնալ մշանակումից սահմանվել են արտաքին շերտի և ենթաշերտի չափերը և կոնցենտրացիան:

Սահմանվել են փոշե միատար և եռաշերտ պողպատների ԲՋՋՄՍ գիտականորեն հիմնավորված օպտիմալ ջերմաստիճանային - դեֆորմացիոն ռեժիմները կախված նախապատրաստվածքների ծակոկենությունից:

Մակրոկոմպոզիտի շերտերում և անցումային գոտիներում 0,1 մմ քայլով շերտավոր քիմիական անալիզի տվյալների հիման վրա ստացված ածխածնի

բաշխման կորերի մաթեմատիկական նկարագրի ձևավորման համար առաջարկվում է Մատանոյի դիֆուզիոն զույգերի մեթոդիկան:

Ցույց է տրված, որ փափուկ ենթաշերտի և ԲՋՋՄՍ համատեղ կիրառումը ապահովում է օպտիմալ միկրո և մակրո ստրուկտուրայի ստացումը, հնարավորություն է տալիս խիստ մեծացնել բարձրամուր փոշե պողպատների երկարակենցության սահմանը և հուսալիությունը (σ_{-1} , KCU, KCT), այսինքն կոնստրուկցիոն ամրությունն ու կենսունակությունը:

Սահմանված են փոշե պողպատների և մակրոկոմպոզիտների կառուցվածքի և հատկությունների ձևավորման օրինաչափությունները ԲՋՋՄՍ ժամանակ: Հոգնածության և բեկուց քայքայման նկատմամբ բարձր դիմադրողականությունը բացատրվում է զարգացած, խիստ մասնատված ենթաստրուկտուրայով և մարտենսիտի երկֆազ տրոհման առանձնահատկություններով:

Ապացուցված է, որ ածխածնի օպտիմալ պարունակությունը կոնստրուկցիոն պողպատներում կարող է աճել 0,4-ից մինչև 0,8%-ի կախված ԲՋՋՄՍ կիրառումից և սկզբնափոշու դիսպերսության և մաքրության աճից:

{211}α ռենտգենյան զոնի վերլուծության շնորհիվ որոշվել են մարտենսիտի երկֆազ տրոհման պարամետրերը (V, c/a, C_T) և բացահայտվել են ամրության և պլաստիկության համատեղ բարձրացման հիմնական պատճառները:

Աշխատանքի գործնական արժեքը և արդյունքների հրապարակումը: Մանրակրկիթ ուսումնասիրվել են եռաշերտ կոմպոզիտների նախագծման տեսական և գործնական խնդիրները, սահմանվել են բոլոր տեխնիկական պարամետրերը, որոնք ապահովում են փոշե մետալուրգիայի տեխնոլոգիայով և ՋՄՍ համատեղմամբ բարձր կոնստրուկցիոն ամրություն ունեցող դետալների ստացումը: Նշված տեխնոլոգիան խիստ ժամանակակից է, մեծացնում է մետաղների ամրության պաշարի իրացման աստիճանը և դետալների հուսալիությունը, չի պահանջում նոր տեխնիկական սարքավորումներ և հեշտությամբ կարող է իրականացվել արդյունաբերության տարբեր ոլորտներում, հատկապես ավտոմեքենաշինության, ինքնաթիռաշինության և ռազմական արդյունաբերության բնագավառում:

Ստացված արդյունքները լայն կիրառություն կարող են գտնել մեքենաշինական գործարաններին կից կառուցվող մինի մետալուրգիական գործարաններում, որոնք մեծ հեռանկար ունեն Հայաստանի համար:

Աշխատանքի արդյունքների փորձարկումը և հրատարակումները: Ատենախոսության հիմնական արդյունքները և դրույթները, ըստ իրենց մշակման ընթացքի, զեկուցվել և քննարկվել են ՀԳԾՀ պրոֆեսորա - դասախոսական կազմի

տարեկան գիտաժողովներում (1998թ., 1999թ., 2000թ., 2001թ.) և հրատարակված են 9 գիտական հոդվածներում:

Ատենախոսության կառուցվածքը և ծավալը: Ատենախոսությունը կազմված է ներածությունից, 6 զլուխներից, ընդհանուր եզրակացություններից, գրականության ցանկից՝ 142 անվանում: Աշխատանքը պարունակում է տպագրական 154 էջ ներառյալ 59 նկար և 10 աղյուսակ:

ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ

Լեռնաձուլության մեջ հիմնավորած է ատենախոսության թեմայի արդիականությունը, ներկայացված և ձևավորված են աշխատանքի նպատակն ու խնդիրները և հիմնական դրույթները, որոնք ներկայացվում են պաշտպանության:

Առաջին գլխում ներկայացված է քայքայման մեխանիզմի վերլուծությունը և կոնստրուկցիոն ամրության բարձրացման ուղիները միկրոկառուցվածքի և մակրոկառուցվածքի կարգավորմամբ:

Մանրամասն քննարկված է ճաքի առաջացման և տարածման դիսլոկացիոն մեխանիզմները: Բացահայտված է, որ քայքայումը ունի տեղայնացված բնույթ և ճաքը քայքայման մեխանիզմում կատարում է նույն դերը, ինչ որ դիսլոկացիան պլաստիկ դեֆորմացիայի կամ ամրության ձևավորման գործում: Կոնստրուկցիոն ամրության բարձրացման բոլոր եղանակները ուղղակիորեն կամ անուղղակիորեն կապված են ճաքի առաջացման և հատկապես նրա տարածման ցկատմամբ մետաղի դիմադրողականության բարձրացման հետ:

Այս բաժնում նպատակ է դրված հնարավորին չափով տալ վերլուծություն լայն և արագ զարգացող մետաղական շերտավոր կոմպոզիցիոն նյութերի հիմնական ստացման տեխնոլոգիաների և հատկությունների, նրանց մոտավոր հաշվարկման՝ նախագծման, ինչպես նաև կիրառման բնագավառների և նրանց նպատակահարմարության մասին: Շերտավոր կոմպոզիտների ստացման տարածված մեթոդները՝ թիթեղների միացումը զլանմամբ, ներքին բյուրեղացուցիչների կիրառմամբ, երկմետաղ պրոֆիլի մամլումը, և այլն ծառայում են նախապատրաստվածքների ստացման համար և շատ բարդ է իրականացնել պատրաստի դետալների ստացում:

Հիմնվելով քայքայման մեխանիզմի և դրա հետ կապված կոնստրուկցիոն ամրության բարձրացման ուղիների (մասնավորապես ցեմենտացման, ջերմամեխանիկական մշակման և շերտավոր կոմպոզիտների կիրառման ճանապարհով) վերլուծության վրա արված են հետևյալ ընդհանրացումները:

1. Բացակայում են կոստրուկցիոն ամրության բարձրացման նպատակով օպտիմալ միկրո և մակրոկառուցվածքի ձևավորման խնդրի լուծման միացյալ մոտեցումներ:
2. Ներկայումս չեն իրագործվում նյութի նախագծում կախված արտաքին ուժերի ազդեցության տակ առաջացած ներքին լարումների բաշխումից և քայքայման մեխանիզմի բնույթից:
3. Չեն օգտագործվում փոշե մետալուրգիայի և ՋՄՄ առանձնահատկությունները և հնարավորությունները ճաքակայուն բարձրամուր ֆունկցիոնալ շերտավոր կոմպոզիտների ստացման էֆեկտիվ տեխնոլոգիաների ստեղծման բնագավառում:
Նշված ուղղություններով տարվող հետազոտական աշխատանքները ներկայացնում են մեծ հետաքրքրություն և ունեն անկասկած գիտական և գործնական մեծ նշանակություն:

Երկրորդ գլխում տրված են սկզբնանյութերի ընտրության հիմնավորումը և նրանց բնութագրերը, շարադրված են փորձարարական և անալիտիկ հետազոտությունների մեթոդիկաները, ինչպես նաև կատարված է կիրառվող ապարատուրաների և հսկող -չափող սարքերի ընտրությունը:

Բերված են փոշե մետալուրգիայի տեխնոլոգիայով և ջերմամեխանիկական մշակման կիրառմամբ եռաշերտ բարձրամուր կոմպոզիտների ստացման տեխնոլոգիական սխեմաները, ինչպես նաև սովորական ջերմային մշակման տեխնոլոգիան, որը հնարավորություն է ընձեռնում բացահայտել ներկայացվող պրոգրեսիվ տեխնոլոգիայի արդյունավետությունը (նկ. 1):

Երկաթե սկզբնափոշու որակի ազդեցությունը ստացող պողպատների և մակրոկոմպոզիտների ստրոիկտուրայի և հատկությունների վրա բացահայտելու համար կիրառել են տարբեր մաքրության և դիսպերսության երկաթի փոշիներ (աղյուսակ 1 և 2):

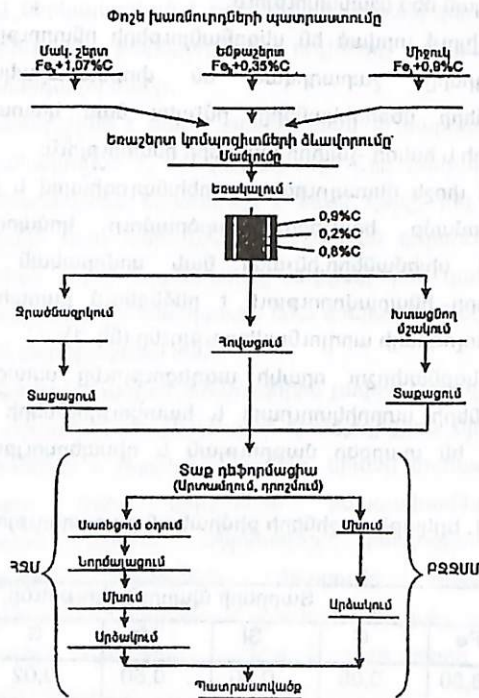
Աղյուսակ 1. Երկաթի փոշիների քիմիական բաղադրությունը ըստ մասսայի

Փոշու մակնիշը	Տարրերի պարունակությունը, %						
	Fe	C	Si	Mn	S	P	O
ԴՃԿ1Մ	98,50	0,08	0,20	0,50	0,02	0,02	0,50
A2	99,98	$1,4 \cdot 10^{-2}$	$4 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-4}$	—	—	—
ՎԻՈՒԿՄ	99,50	0,01	$7 \cdot 10^{-3}$	0,01	$8 \cdot 10^{-3}$	—	—

7

Աղյուսակ 2. Երկաթի փոշիների տեխնիկական բնութագիրը

Երկաթի փոշու մակնիշը	Հատիկաչափական կազմը (մկմ) %							Հոսու նուրբ զ/վրկ	Լցախ ստու թյուն Կլ գ/սմ ³
	-450 +315	-315 +180	-180 +160	-160 +100	-100 +63	-63 +50	-50		
ПЖ1М	1,4	1,2	6,60	30,2	42,3	8,6	9,6	4,31	2,66
A2	—	—	0,08	10,3	10,7	8,0	71,0	5,61	3,58
ЦНИИЦМ	—	0,2	6,20	21,3	39,0	14,3	18,9	3,11	2,02



ԱԿ. 1. Բարձրամուր եռաշերտ կոմպոզիտների ստացման տեխնոլոգիական սխեման ջերմամեխանիկական մշակման կիրառմամբ:

Ուսումնասիրությունները իրականացվել են հիմնականում ածխածնային պողպատների նկատմամբ: Աշխատանքի գործնական հետաքրքրությունների ուղորտը լայնացնելու համար որոշ հետազոտություններ իրագործվել են նաև 40X, 40XH և 40XHМ տիպի պողպատների նկատմամբ: Շերտավոր մակրոկոմպոզիտները ստացվել են մեկ մամլածնում շերտերի հաջորդական մամլման ճանապարհով: Նախապատրաստվածքները եռակալվել են անցումային վառարանում 1150 °C-ում ջրածնի միջավայրում:

Ուսումնասիրվել են ՋՄՄ և փափուկ – պլաստիկ ենթաշերտի ազդեցությունները ստրուկտուրայի և մեխանիկական հատկությունների վրա:

Չզման փորձարկումները իրականացվել են «division—19» Adamel thomargy բեռնման V=1մմ/րոպե արագություն ունեցող ունիվերսալ մեքենայի վրա: Չզման դիագրամից որոշել են σ_b , $\sigma_{0,2}$ և δ , ψ մեծությունները:

Հարվածային մածուցիկությունը՝ KCU և ճաքի տարածման աշխատանքը՝ KCT որոշվել են ստանդարտ (10x10x55 մմ) և ոչ ստանդարտ (10x3x55մմ, և ϕ 10) մնուշների վրա Բ. Դրագրովսկու և Ա. Գուլյակի մեթոդներով:

Հոգնածային փորձարկումները իրագործվել են МУИ-6000 սարքի վրա բեռնավորման սիմետրիկ ցիկլի պայմաններում (R=-1):

Բացահայտված միկրոստրուկտուրայով և հատիկային սահմանագծերով հղկուկ – մշումները ուսումնասիրվել և նկարահանվել են МИМ-7, МИМ8, HEOPHOT և ПИМТ-3 միկրոսկոպների վրա 340-ից 1000 անգամ խոշորացման պայմաններում: Աուստենիտի հատիկների բախշման հիստոգրամների կառուցման համար մշակվել է մոր մեթոդիկա, կազմվել է հիստոգրամների կառուցման ալգորիտմ և ծրագիր, որը իրականացվել է EC –1840 էՋՄ-ի վրա:

Թափանցիկ էլեկտրոնային միկրոսկոպիայի մեթոդով ուսումնասիրվել է նաև մարտենսիտի ենթաստրուկտուրան УМВ100 էլեկտրոնային միկրոսկոպի վրա: Թափանցիկ մրբաթիթեղները պատրաստվել են ենթաստրուկտուրայի փոփոխություն չառաջացնող հատուկ մեթոդիկայով:

Ռետգենոստրուկտուր ուսումնասիրություններն իրագործվել են УРС-50ИМ սարքի վրա (110) α և (211) α զծերի գրանցմամբ, FeK α ճառագայթման պայմաններում:

Երրորդ գլխում բերված են եռաչերտ բարձրամուր մակրոկոմպոզիտների նախագծման սկզբունքները (ելնելով շերտերի ֆունկցիոնալ նշանակումից), և ԲՋՋՄՍ օպտիմալ տեխնոլոգիական ռեժիմների սահմանումը:

Կարծր արտաքին շերտի և փափուկ ենթաշերտի չափերի ընտրությունը կատարվել է ելնելով ճաքի տարածման $L_{լր}$ արժեքից, որը ըստ Իրվինի որոշվում է

$$L_{լր} = \frac{K_{IC}^2 [\Phi - 0,212(\sigma/\sigma_s)^2]}{1,21\pi\sigma^2}$$
 բանաձևով,

որտեղ Φ -ը II կարգի էլիպսային ինտեգրալ է և կախված է միայն ճաքի երկրաչափությունից ($l/2a$), K_{IC} - Իրվինի չափանիշն է, σ - աշխատանքային լարումն է, իսկ σ_s - ը հոսունության սահմանը: Ստացված արդյունքները բերված են աղյուսակ 3- ում:

Աղյուսակ 3

Պողպատներ IT20 և ITY8- ի համար ԱՋՄ-ից և ԲՋՋՄՍ-ից հետո $L_{լր}$ - ի արժեքների որոշումը

Նյութ	L/2a	σ , ՄՊա		K_{IC} , ՄՊա* $\sqrt{մ}$		$L_{լր}$, մմ	
		ԱՋՄ	ԲՋՋՄՍ	ԱՋՄ	ԲՋՋՄՍ	ԱՋՄ	ԲՋՋՄՍ
Պողպատ ITY8(ստատիկ ձգման ժամանակ)	0.1	1400	1600	72	95	0.61	0.82
	0.1	1000	1400	82	100	1.60	2.10
	0.5	1400	1600	72	95	1.50	2.10
	0.5	1000	1400	82	100	3.44	3.00
Նույնը (հոգնածության ժամանակ)	0.5	1400	1600	72	95	1.66	2.24
	0.5	1000	1400	82	100	4.30	3.30
Պողպատ IT20(ստատիկ ձգման ժամանակ)	0.1	800	900	72	80	1.87	1.87
	0.5	800	900	72	80	4.55	4.55
Նույնը (հոգնածության ժամանակ)	0.5	800	900	72	80	5.2	5.2
	0.5	600	1200	70	90	8.5	3.9

Ցիկլիկ լարումների դեպքում $L_{լր} = \frac{2}{\pi} \left[\frac{K_{IC}}{\sigma} \right]^2$ որտեղ σ - լարման ամպլիտուդան է:

Ելնելով $L_{լր}$ -ի հաշվարկային արժեքներից և մոդելների վրա կատարված հետազոտությունների արդյունքներից արտաքին շերտի և ենթաշերտի հաստությունները վերցված է մեկական մմ:

Եռաչերտ ծակոտկեն փոշե նախապատրաստվածքների ԲՋՋՄՍ հաջող իրականացման համար ամենաբարդ խնդիրը տարանուն մետաղների համատեղ դեֆորմացման և ջերմամշակման իրականացումն է: Դեֆորմացման դիագրամների վերլուծությունները և կատարված փորձնական ուսումնասիրությունները, ցույց են

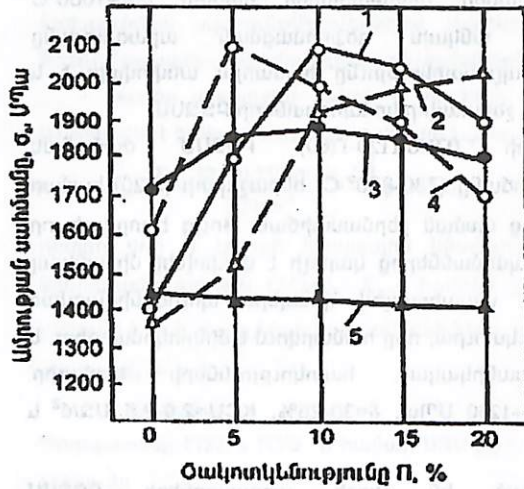
տալիս, որ 0,2-0,8%С պարունակող պողպատների համար 850-1000°C ջերմաստիճանային տիրույթում անկախ դեֆորմացման արագությանը (5,5÷50 վրկ⁻¹) տեխնոլոգիական պլաստիկությունը համարյա անփոփոխ է և հաջողությամբ կարելի է իրագործել շերտավոր կոմպոզիտների ԲՋՋՄՍ:

Կոմպոզիտային պողպատի (ITY8-IT20-IT60) ԲՋՋՄՍ ժամանակ դեֆորմացման ավարտի ջերմաստիճանը (780-850° С) ենթաշերտի (IT20) համար հանդիսանում է միջանկյալ գոտուց միմյան ջերմաստիճան: Ցույց է տրված, որ ելնելով կոնկրետ շահագործման պայմաններից կարելի է փոփոխել միջանկյալ գոտուց միմյան ջերմաստիճանը, ապահովելով դիսպերս պոլիզոնիզացված կառուցվածք ունեցող “Ֆ+Մ” ստրուկտուրա, որը համարվում է միկրոկոմպոզիտ և ապահովում է բարձր մեխանիկական հատկությունների համալիր՝ $\sigma_b = 1200 \div 1400$ ՄՊա, $\sigma_T = 1100 \div 1250$ ՄՊա, $\delta = 30-25\%$, $KCU = 2,0-2,5$ ՄՋ/մ² և $KCT = 1,3 \div 1,8$ ՄՋ/մ²:

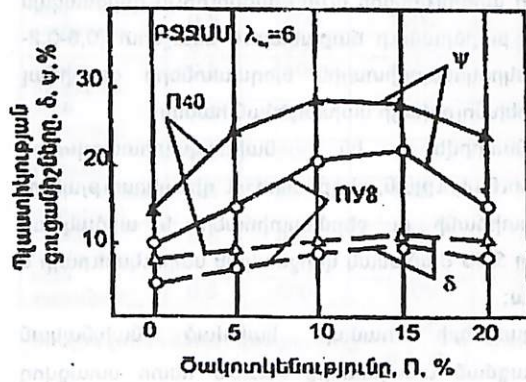
Չորրորդ գլխում բերված են փոշե պողպատների ԲՋՋՄՍ արդյունավետության վրա տեխնոլոգիական, կոնցենտրացիոն և մի շարք այլ կարևորագույն գործոնների ազդեցության ուսումնասիրության արդյունքները և նրանց վերլուծությունը: Ստացված արդյունքները ունեն ինքնուրույն գործնական նշանակություն և անհրաժեշտ են բարձրամուր ճաքակայուն եռաչերտ (0,8-0,2-0,6% С) կամ բազմաչերտ մակրոկոմպոզիտային պողպատների օպտիմալ միկրոկառուցվածքի և ստացման տեխնոլոգիայի նախագծման համար:

Աշխատանքում ուսումնասիրվել են նախապատրաստվածքի ծակոտկենության, ածխածնի պարունակության, սկզբնափոշու դիսպերսության ու մաքրության, դեֆորմացման աստիճանի ու ջերմաստիճանի, և արձակման ջերմաստիճանի ազդեցությունները ՋՄՍ ժամանակ վերջնական ստրուկտուրայի և հատկությունների ձևավորման վրա:

IT40 և ITY8 պողպատների համար կախված նախնական ծակոտկենությունից և դեֆորմացման աստիճանից ԲՋՋՄՍ հետո ստացվող մեխանիկական հատկությունները բերված են նկ. 2-ում: Ստացված արդյունքների վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ օպտիմալ հատկություններ ապահովելու համար կոնկրետ պողպատների դեպքում պետք է յուրաքանչյուր անգամ սահմանել օպտիմալ դեֆորմացման աստիճան կախված նախապատրաստվածքի ծակոտկենությունից:



- 1. —●— FZSU, ПУ8, $\lambda_w=6$
- 2. —▲— FZSU, ПУ8, $\lambda_w=8$
- 3. —○— FZSU, П40, $\lambda_w=6$
- 4. —□— FZSU, ПУ8, $\lambda_w=4$
- 5. —△— УЗУ, ПУ8, $\lambda_w=6$



ПУ8 պողպատի համար, $t_{\text{հ}} = 300^\circ\text{C}$
 П40 պողպատի համար, $t_{\text{հ}} = 250^\circ\text{C}$

ՈՒ 2. ԲՀՀՄՄ-ից հետո ПУ8 և П40 պողպատի մեխանիկական հատկությունների կախվածությունը նախապատրաստվածքի ծակոտկենությունից և դեֆորմացիայի աստիճանից:

Ծակոտկենության առկայությունը դժվարեցնում է դինամիկ պոլիգոնիզացման և վերաբյուրեղացման ընթացքը և 5-20% ծակոտկենության դեպքում ԲՀՀՄՄ էֆեկտը $\lambda_w=4$ ($\lambda=70\%$)-ից մինչև

$\lambda_w=8$ (87%) դեֆորմացման աստիճանի փոփոխման դեպքում ունենում է բավականին կայուն արժեք:

ԲՀՀՄ ժամանակ դեֆորմացման ջերմաստիճանի ազդեցության ուսումնասիրությունը ցույց է տվել, որ դեֆորմացման ջերմաստիճանի իջեցումը 1200°C -ից մինչև 900°C (և նրա նոտեցումը A_3 -ին) միշտ հանգեցնում է ամրության և պլաստիկության բարձրացմանը: П160 պողպատի դեպքում σ_b աճում է 1850ՄՊա -ից մինչև 2300ՄՊա -ի, իսկ δ -ն 4-ից 7%-ի:

Ածխածնի ազդեցության ուսումնասիրությունը պողպատի ամրության և պլաստիկության վրա ԲՀՀՄՄ-ից հետո ցույց տվեց, որ լավագույն մեխանիկական հատկությունների համալիր ստացվում են պողպատ П160-ի համար 200°C արձակման ջերմաստիճանի դեպքում:

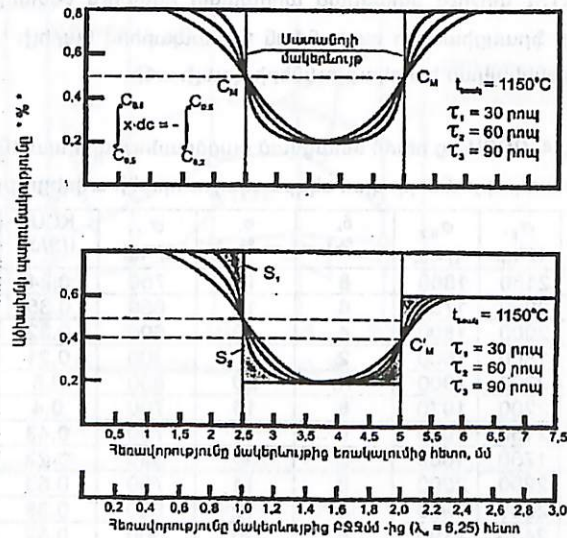
Աշխատանքում ստացված տվյալները (աղյուսակ 4) թույլ են տալիս եզրակացնել, որ փոշե ծակոտկեն նախապատրաստվածքներից ԲՀՀՄՄ բարձրամուր պատախանատու դետալներ ստանալիս անհրաժեշտ է օգտագործել միայն մաքուր, դիսպերս մետաղափոշիներ: Ոչ այնքան մաքուր ПХЖ1М փոշուց ստացված պողպատի դեպքում մետաղափոշին խոշոր և մանր ֆրակցիաների բաժանման ճանապարհով կարելի է հասնել համալիր մեխանիկական հատկությունների զգալի աճի:

Սղյուսակ 4. ԲՀՀՄ-ից հետո ստացված բարձրամուր պողպատների մեխանիկական հատկությունների վրա սկզբնափոշու որակի ազդեցությունը:

Պողպատի մակնիշը	dm, մկմ	σ_b , ՄՊա	$\sigma_{0.2}$, ՄՊա	δ , %	φ , %	σ_{-1} , ՄՊա	KCU, ՄՋ/մ ²	KCT, ՄՋ/մ ²
ПУ8 (A2)	<65	2150	1860	8	15	750	0.84	0.15
	<180	2050	1730	6	12	650	0.35	0.09
ПУ8 (ПХЖ1М)	<65	2000	1800	4	10	600	0.32	0.10
	<450	1800	1600	2	3	300	0.21	-
П60 (A2)	<65	2300	2000	10	20	800	0.6	0.4
	<180	2200	1970	8	15	700	0.4	0.18
П60 (ПХЖ1М)	<65	2150	1980	6	15	700	0.43	0.23
	<450	1750	1600	2	4	350	0.22	-
П60 (ЦНИИЧМ)	<65	2250	2000	8	14	760	0.53	0.28
	<315	2050	1920	4	12	620	0.38	0.12
П40ХМ (A2)	<65	2400	2190	6	20	800	0.52	0.28
	<180	2200	1980	4	15	750	0.48	0.24

Հիմնը գլխի նվիրված է ջերմամեխանիկական մշակման կիրառմամբ, փոշե մետալուրգիայի տեխնոլոգիայով, եռաշերտ կոմպոզիտային պողպատների ստացման գործընթացին և նրանց մեխանիկական հատկությունների հետազոտությանը:

Ըստ նկ. 1-ում պատկերված տեխնոլոգիայի եռաշերտ նախապատրաստվածքի վերջնական ձևավորումից հետո ապահովվում է 10-25% ծակոտկենություն: Սահմանված ռեժիմներով ԲՋՋՄՄ հետո ստացված փափուկ - պլաստիկ ենթաշերտով կոմպոզիտային պողպատներից պատրաստվեցին զլանային մոնոլներ հոգնածային ամրության (σ_{-1}) փորձարկումների համար, կոնցենտրատոր ունեցող մոնոլներ KCU հարվածային մածուցիկության որոշման համար և ճաք ունեցող մոնոլներ ճաքի տարածման աշխատանքի՝ KCT-ի որոշման համար: Հատկությունների ձևավորման գործում կարևոր դեր են խաղում շերտերի հաստությունները և ածխածնի բաշխումը ըստ խորության: Այս պարամետրերի ուսումնասիրության արդյունքները մշակման տարբեր փուլերում բերված են նկ. 3-ում:



Նկ. 3 եռակալման ժամանակ պահման տևողության ազդեցությունը եռաշերտ պողպատներում եռակալումից և ԲՋՋՄՄ-ից հետո ածխածնի բաշխման վրա

Ջերմամեխանիկական մշակման կիրառմամբ փոշե մետալուրգիայի բնագավառում բարձրամուր պողպատների ստացման տեխնոլոգիաների և մեխանիկական հատկությունների մանրամասն վերլուծությունները, ցույց են տալիս, որ պողպատների ամրության պաշարի առավելագույն օգտագործման համար պետք է ցուցաբերել միկրո և մակրոկառուցվածքի օպտիմալ ձևավորման բազմակողմանի մոտեցում: Ատենախոսության մեջ ցույց է տրված, որ կոնստրուկցիոն բարձրամուր վիճակ ապահովող ամենաօպտիմալ միկրոստրուկտուրան ստացվում է ծակոտկեն նախապատրաստվածքների ՋՄՄ ժամանակ: Փափուկ ենթաշերտ ունեցող բարձրամուր պողպատներում փափուկ - պլաստիկ ենթաշերտի առկայությունը հնարավորություն է տալիս ԲՋՋՄՄ-ից հետո մինչև $\sigma_b = 2000 \div 2300$ ՄՊա արժեքների դեպքում հասնել σ_{-1} -ի անընդհատ աճի, այն դեպքում, երբ տրադիցիոն մշակման եղանակներից հետո $\sigma_b = 1500$ ՄՊա արժեքներից բարձր նկատվում է σ_{-1} -ի նվազում: Աշխատանքում սահմանվել է, որ փափուկ - պլաստիկ ենթաշերտով կոմպոզիտային պողպատների համար $K_b = \frac{\sigma_{-1}}{\sigma_b} = 0,5 + 0,6$ այն դեպքում երբ մոնոլիտ պողպատների դեպքում բարձրամուր տիրույթում K_b -ն չի գերազանցում $0,4 \div 0,3$ արժեքից:

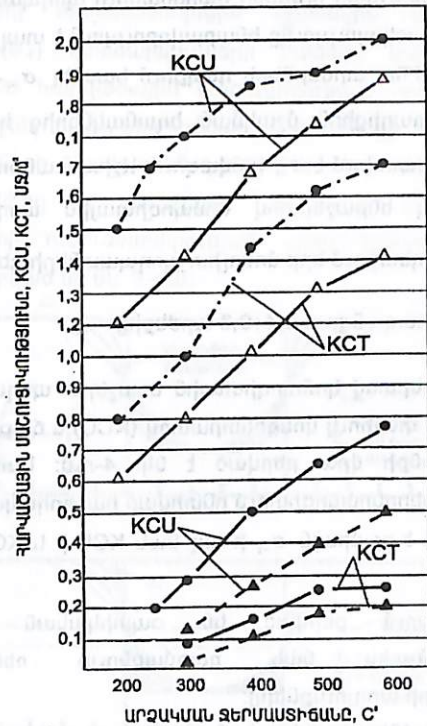
Փափուկ ենթաշերտով կոմպոզիտային եռաշերտ պողպատների մշակման ռեժիմի ազդեցությունը փափուկ կոնցենտրատով (KCU) և ճաքով (KCT) մոնոլների քայքայման աշխատանքի վրա բերված է նկ. 4-ում: Ստացված տվյալները ապացուցում են, որ մակրոկոմպոզիտում ընտրված հաջորդականությամբ շերտերի բաշխումը ապահովում է ոչ միայն σ_{-1} -ի այլ նաև KCU-ի և KCT-ի առավելագույն արժեքներ:

Վեցերորդ գլխում բերված են օպտիկական և էլեկտրոնային միկրոսկոպիայի, ինչպես նաև բազմաբնույթ ռենտգենոստրուկտուր ուսումնասիրությունների արդյունքները:

Տարբեր մշակումներից հետո մարտենսիտի միկրոստրուկտուրայի և աուստենիտի հատիկայնության ուսումնասիրությունները, ինչպես նաև թափանցիկ էլեկտրոնային միկրոսկոպիայի եղանակով մարտենսիտի ենթաստրուկտուրայի ուսումնասիրությունները ցույց տվեցին, որ բարձր համալիր մեխանիկական հատկությունների ձևավորումը հիմնականում կախված է ոչ թե միկրոստրուկտուրայից այլ ԲՋՋՄՄ շնորհիվ ստացված մարտենսիտի խիստ զարգացած ենթաստրուկտուրայից: Սահմանված է, որ բարձր ամրության և պլաստիկության համատեղումը կախված է մարտենսիտի երկֆազ տրոհման

բնույթից: (211)α ռենտգենյան դիֆրակցիոն գծի հետազոտությունները ցույց տվեցին, որ ԲՋՋՄՄ-ից հետո զգալիորեն նվազում է մարտենսիտի տետրագոնալությունը (c/a), աճում է խորանարդային մարտենսիտի ծավալը (V) և նվազում է ածխածնի պարունակությունը տետրագոնալ մարտենսիտում:

Ստացված արդյունքների հիման վրա կատարվել է առաջարկվող տեխնոլոգիայի տեխնիկոտնտեսական հիմնավորում և մշակվել է տեխնոլոգիական փաստաթղթերի փաթեթ փորձարտադրական պայմաններում ներդրման համար:



● - - - - ● եռաշերտ կոմպոզիտ, ԲՋՋՄՄ, ջրածնազրկված
 ▲ - - - - ▲ եռաշերտ կոմպոզիտ, ԲՋՋՄՄ, λ = 6 ս
 ■ - - - - ■ ՄՄՅ պողպատ, ԲՋՋՄՄ, λ = 6 ս
 ▲ - - - - ▲ ՄՄՅ պողպատ, ՍՋՄ

Նկ.4 Փափուկ ենթաշերտերով կոմպոզիտային եռաշերտ պողպատների մշանման ռեժիմի ազդեցությունը փափուկ կոմպոզիտային կոմպոզիտի (KCU) և ճաքով (KCT) մոլորների քայքայման աշխատանքի վրա

1. Տեսական հաշվարկների և փորձնական ուսումնասիրությունների վերլուծության շնորհիվ սահմանվել է ճաքի տարածման L_{cr} մեծությունը տարբեր ածխածնային պողպատների համար, որը հնարավորություն է տալիս եռաշերտ կոմպոզիտային նյութերի նախագծման ժամանակ որոշել տարբեր ֆունկցիոնալ նշանակություն ունեցող շերտերի հաստությունը և բաղադրությունը:

2. Մշակվել է տեխնոլոգիա եռաշերտ ծակոտկեն նախապատրաստվածքների ստացման համար: Շերտերը ձևավորվում են մեկ մամլածնում հաջորդական մամլման ճանապարհով: Շերտերի բաղադրությունը ընտրվել է ելնելով նրանց ֆունկցիոնալ նշանակությունից .

- ա) արտաքին կարծր շերտ՝ $0,8 \pm 0,9\%C$
- բ) փափուկ ենթաշերտ՝ $0,15 \pm 0,20\%C$
- գ) բարձրամուր միջուկ՝ $0,4 \pm 0,8\%C$

3. Տեխնոլոգիական պլաստիկության և ամրության ջերմաստիճանային կախվածության կորերի վերլուծության շնորհիվ սահմանվել են փափուկ ենթաշերտով եռաշերտ կոմպոզիտների բարձր ջերմաստիճանային ջերմամեխանիկական մշակման ջերմային և դեֆորմացիոն օպտիմալ ռեժիմները: Դեֆորմացման արագության գործնական արժեքների համար ($0,5 \div 50 \text{ կրկ}^{-1}$) օպտիմալ դեֆորմացման ջերմաստիճանը հադիսանում է $820 \div 920 \text{ }^\circ\text{C}$, որը ապահովում է հավասարաչափ տեխնոլոգիական պլաստիկություն բոլոր շերտերի համար:

4. Ցածրածնային $\Pi 20$ պողպատի մեխանիկական հատկությունների ուսումնասիրությունը ԲՋՋՄՄ ժամանակ միջկրիտիկական տիրույթից միման ջերմաստիճանից կախված ցույց է տալիս, որ միման ջերմաստիճանի փոփոխմամբ հնարավոր է ստանալ, փափուկ ենթաշերտի նշանակումից բխող, բարձր մեխանիկական հատկությունների կոմպլեքս: $\sigma_b = 1000-1500 \text{ ՄՊա}$, $\sigma_{0,2} = 800 \div 1200 \text{ ՄՊա}$, $\delta = 20 \div 30\%$, $KCU = 2 \div 2,5 \text{ ՄՋ/մ}^2$ և $KCT = 1,4 \div 1,8 \text{ ՄՋ/մ}^2$:

5. Սահմանվել է ԲՋՋՄՄ ժամանակ կոմպոզիտային ամրության կախվածությունը նախապատրաստվածքի սկզբնական ծակոտկենությունից, սկզբնափոշու մաքրության աստիճանից և դիսպերսությունից: Ծակոտկեն նախապատրաստվածքներից ($n = 10 \div 12\%$) ԲՋՋՄՄ ճանապարհով բարձրամուր պողպատներ ստանալիս օպտիմալ դեֆորմացման տիրույթը շատ ավելի մեծ է ($\lambda_{պ} = 4-8$), քան կոմպակտ պողպատների դեպքում: Վերջինս ունի շատ կարևոր նշանակություն կոմպոզիտի ստացման ժամանակ:

ՄԻՋԻՄ երկաթափոշու տարաբաժանումը ըստ հատիկայնության՝
M-d<60մկմ և K-d<450 մկմ, թույլ է տալիս հասնել ԲՋՋՄՄ ճանապարհով
կոմպոզիցիոն ամրության խիստ աճի՝

Մ60(Կ)-ի դեպքում $\sigma_b=1750$ ՄՊա, $\sigma_{0,2}=1600$ ՄՊա, $\delta=2\%$, $\varphi=2\%$,

KCU=0,22 ՍՁ/մ², KCT=0 ՍՁ/մ²

Մ60(Մ)-ի դեպքում $\sigma_b=2150$ ՄՊա, $\sigma_{0,2}=1980$ ՄՊա, $\delta=7\%$, $\varphi=15\%$,

$\sigma_{-1}=2150$ ՄՊա, KCU=0,43 ՍՁ/մ²

6. Հիմնվելով դիֆուզիոն տեսության վրա, օգտագործելով Մատանոյի
դիֆուզիոն զույգերի մեթոդիկան, նմուշների ըստ շերտերի քիմիական անալիզի
տվյալներով կառուցվել են ածխածնի ըստ խորության բաշխման կորերը կախված
եռակալման տևողությունից:

7. Մակրոկոմպոզիտային բարձրամուր պողպատներում փափուկ
ենթաշերտի առկայությունը հնարավորություն է տալիս ԲՋՋՄՄ-ից հետո մինչև
 $\sigma_b=2000\div 2200$ ՄՊա ամրության դեպքում հասնել σ_{-1} -ի անընդմեջ աճի(մինչև
1000÷1100 ՄՊա), այն դեպքում երբ տրադիցիոն մշակման եղանակներից հետո
 $\sigma_b>1500$ ՄՊա արժեքների դեպքում նկատվում է σ_{-1} -ի նվազում: Միաժամանակ
խիստ աճում են հարվածային մածուցիկության ցուցանիշները՝ KCU աճում է
1,8 ՍՁ/մ²-ից, իսկ KCT-ն 1,5 1,8 ՍՁ/մ²-ով:

8. Եռաշերտ կոմպոզիտային պողպատների տարբեր շերտերի
միկրոստրուկտուրային և ռենտգենոստրուկտուրային ուսումնասիրությունները
ցույց են տալից, որ ԲՋՋՄՄ-ից հետո, անկախ աուստենիտային հատիկների և
մարտենիտային ասեղների չափերից ստացվում է խիստ զարգացած
դիսոլկացիոն մոզաիկ ստրուկտուրա: ԲՋՋՄՄ-ից հետո նկատվում են մարտենիտի
տեսրագոնալության նվազում, խորանարդային մարտենիտի ծավալային
պարունակության աճ և տեսրագոնալ մարտենիտում ածխածնի
պարունակության նվազում, որով և բացատրվում է պլաստիկության ցուցանիշների
աճ բարձրամուր վիճակում:

Սահմանվել է ներքին լարումների բաշխումն եռաշերտ կոմպոզիտում,
փորձնական ճանապարհով բացահայտվել է սեղմող լարումների առկայությունը
արտաքին կարծր, բարձրամուր շերտում:

ԱՏԵՆԱԽՈՒՄԻՅԱՆ ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ ՏՊԱԳՐՎԱԾ Է ՀԵՏԵՎՅԱԼ
ԱՇԽԱՏԱՆՔՆԵՐՈՒՄ

1. Мамян С.Г., Петросян А.М. Особенности термомеханической обработки в области порошковой металлургии. Труды научной конференции ГИУА, Ереван, 1999 С 263-264.
2. Պետրոսյան Ա.Ս., Մամյան Ա.Գ. Փափուկ ենթաշերտով կոմպոզիտային եռաշերտ բարձրամուր պողպատներ. ՀՊԵՀ գիտաժողովի նյութերի ժողովածու, Երևան, 1999, էջ 264
3. Պետրոսյան Ա.Ս., Մամյան Ա.Գ. Հրածնային բեկունության ուսումնասիրությունը փոշեմետալուրգիայով բարձրամուր պողպատների ստացման ժամանակ. ՀՊԵՀ գիտաժողովի նյութերը, Երևան, 1999, էջ. 265.
4. Мамян С.Г., Петросян А.М., Мурадян А. Оценки и пути повышения работоспособности материала с трещиной. Труды годичной научной конференции ГИУА, Ереван, 2000, с.224-226.
5. Мамян С.Г., Петросян А.М., Мурадян А. Разработка технологии получения трехслойных композитов. Труды годичной научной конференции ГИУА, Ереван, 2000, с.423, 424.
6. Պետրոսյան Ա.Ս. Ջերմամեխանիկական մշակմամբ ստացվող փոշե կոմպակտ բարձրամուր պողպատների բեկման քայքայման նկատմամբ դիմադրողականության մեծացում: ՀայԳՏԼԳՀԻ, ավանդադրված գիտական աշխատանքներ, Երևան 2001. 12 էջ, հայերեն:
7. Мамян С.Г., Петросян А.М., Андриасян А.В., Степанян К.А. Влияние мягкого подслоя на трещиностойкость высокопрочных сталей. Труды научных конференций ГИУА, Ереван 2001, т.2, с.425.
8. Մամյան Ա.Գ., Պետրոսյան Ա.Ս., Ստեփանյան Կ.Հ., Անդրիասյան Ա.Կ. Սկզբնափոշու մաքրության և դիսպերսիայի ազդեցությունը Մ-60 պողպատի հոգնածային ամրության վրա. ՀՊԵՀ գիտաժողովի նյութերի ժողովածու: Երևան, 2001, հատ.2, էջ 427:
9. Мамян С.Г., Петросян А.М. Технологические особенности получения слоистых сталей методом порошковой металлургии с применением ВТМО. Известия НАН РА, 2001 г. Находится в печати.

АННОТАЦИЯ

Диссертационная работа посвящена созданию высокопрочных материалов с высоким сопротивлением усталости и не склонных к хрупкому разрушению. Решение этой проблемы связано с изучением явлений хрупкости и усталости, так как именно большая склонность к хрупкому разрушению и низкое сопротивление усталости являются тормозящими факторами в использовании металлов и сплавов в высокопрочном состоянии в элементах конструкций.

В настоящей работе рассмотрены вопросы эффективного и надежного использования запаса прочности стальных материалов в сложно нагруженном состоянии, а именно:

1. создание оптимальной микро- и макроструктуры;
2. создание высокопрочных слоистых материалов с пластичным подслоем.
3. влияние ВТМО на формирование оптимальной микроструктуры;
4. влияние дисперсности и качества порошковых материалов.

Целью диссертационной работы является установление общих закономерностей формирования микро- и макроструктуры и механических свойств трехслойных сталей с пластичным подслоем, а также разработка технологии их получения методами порошковой металлургии и термомеханической обработки.

Для достижения этой цели поставлены и решены следующие задачи:

- формирование требований, предъявляемых к стальным трехслойным макрокомпозитам с пластичным подслоем;
- исследование влияния ВТМО, а также качество порошковых материалов на структуру и механические свойства разрабатываемых сталей и макрокомпозитов;
- структурный анализ и определение основных механических свойств (σ_b , σ_T , δ , ψ , KCU, KCT), на основе которых установлены оптимальные режимы, а также выявлены механизмы упрочнения;
- разработана технология получения трехслойных высокопрочных сталей с применением ВТМО и установлены области их применения. Составлены технологический регламент, который передан для промышленного внедрения.

