

Ս.Գ. ՄԱՄՅԱՆ

ՀՈԳՆԱԾԱՑԻՆ ԱՄՐՈՒԹՅԱՆ ԲԱՐՁՐԱՑՈՒՄԸ ԼԱՎԱՐԿՎԱԾ
ՄԱԿՐՈԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԻ ՄԱՀՄԱՆՄԱՆ ՃԱՆԱՊԱՐՀՈՎ

Մշակված է բարձր հաճախականության հոսանքի սարքերի կիրառմամբ ջերմային մշակման ճանապարհով համալիր մեխանիկական հատկությունների բարձրացման բոլորովին նոր մոտեցում. հատկությունների փոփոխական՝ ընդհատ ռացիոնալ բաշխում ըստ դետալի ծավալի՝ հաշվի առնելով սահմանային բեռնվածությունների տակ առաջացած լարման էպյուրները:

Առանցքային բառեր. ամրություն, հոգնածություն, պլաստիկություն, լարման էպյուր, ԲՀՀ միտում, ԲՀՀ արձակում:

Հիմնվելով քայքայման մեխանիզմի և վերջինիս հետ կապված կոնստրուկցիոն ամրության բարձրացման ուղիների վերլուծության վրա՝ կարելի է կատարել հետևյալ ընդհանրացումները. ա) բացակայում են կոնստրուկցիոն ամրության բարձրացման նպատակով միկրո- և մակրոկառուցվածքների ձևավորման խնդրի լուծման համատեղ մոտեցումներ, բ) ներկայումս չի իրագործվում նյութի նախագծման խնդիրների լուծում՝ կախված արտաքին ուժերի ազդեցության տակ մեքենամասերում և կոնստրուկցիաներում առաջացած ներքին լարումների բաշխումից (բաշխման էպյուրներ) և քայքայման մեխանիզմի բնույթից:

Նշված ուղղություններով տարվող հետազոտական աշխատանքները մեն հետաքրքրություն են ներկայացնում, և, անկասկած, ունեն գիտագործնական մեն նշանակություն:

Կոմպոզիցիոն նյութերին նվիրված գրականության մանրամասն ուսումնասիրությունը հանգեցնում է այն եզրակացության, որ կոմպոզիցիոն նյութերն ավելի ճիշտ կլինեն դասակարգել առաջին հերթին՝ կախված բաղադրիչ մասերի չափերի գործոնից, ավելի ստույգ՝ միկրոկառուցվածքի նկատմամբ նրանց ունեցած համաչափությունից, ըստ որի կարելի է տարբերել միկրոկոմպոզիցիոն և մակրոկոմպոզիցիոն նյութեր: Մակրոկոմպոզիտների նախագծման ժամանակ պետք է հաշվի առնել արտաքին ուժերի ազդեցության տակ շինածոյում առաջացած ներքին լարումների էպյուրը և ընդհանրապես զանազան հատկությունների պահանջարկը մակրոտեղամասերում:

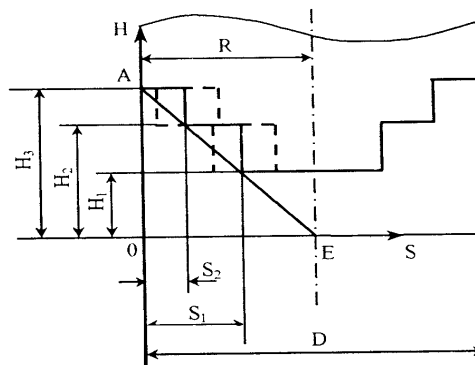
Ուսումնասիրության հիմնական նպատակն է՝ մշակել հոսալի բարձրամուր շերտավոր կոմպոզիտների և ընդհանրապես մակրոկոմպոզիտների ստացման արդյունավետ համակցված տեխնոլոգիաներ՝ համատեղելով փոշեմետալուրգիայի, ԲՀՀ միման և ջերմամեխանիկական մշակման առանձնահատկություններն ու հնարավորությունները:

Բարձր հաճախականության հոսանքով ինդուկցիոն տաքացմամբ միտումը և արձակումը հնարավորություն են տալիս պահանջվող ձևով կարգավորել կարծրության և պլաստիկության բաշխումն ըստ պատրաստի շինածոյի ծավալի: Այս տեխնոլոգիան լայնացնում է փոշեմետալուրգիայի և ջերմամեխանիկական մշակման համատեղմամբ բարձրամուր ֆունկցիոնալ մակրոկոմպոզիտների

ստացման [1, 3] հնարավորությունները՝ հատկապես ժառանգական բարձր ջերմաստիճանային ջերմամեխանիկական մշակման ժամանակ:

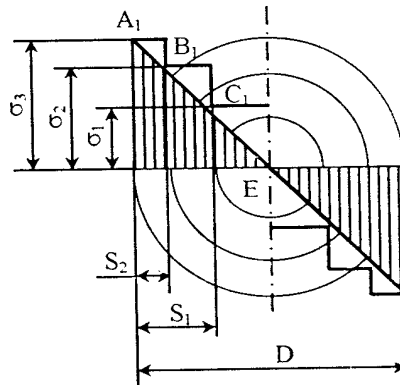
Հետագոտվել են միջին ածխածնային ցածր լեգիրված փոշեպողպատներ: Քվազիշերտավոր կոմպոզիտների ստացման ներկայացվող տեխնոլոգիան կարող է կիրառվել հեծանների, լիսեռների, ատամնանիվների և այլ մեքենամասերի հոգնածային ամրության, ինչպես նաև որակի (ճշտության դաս) բարձրացման համար: Աշխատանքի էությունն այն է, որ ծակոտկեն նախապատրաստվածքներից ԲՋՋՄՄ կիրառամբ [1, 2] ստացված կիսաֆաբրիկատները ենթարկվում են միջանկյալ փափկեցնող բարձր արձակման ($t = 450 - 650\text{ }^{\circ}\text{C}$ և $\tau = 20$ րոպե), որը թույլ է տալիս անհրաժեշտության դեպքում իրագործել վերջնական մեխանիկական մշակում: Այնուհետև, օգտվելով որոշակի խտությամբ ԲՀՀ միսման և արձակման հնարավորություններից, ապահովվում է կարծրության և ամրության լավարկված բաշխում ունեցող եռաշերտ քվազիկոմպոզիտային պողպատի ստացում [4]:

Նշված ջերմամշակումից հետո D տրամագծով լիսեռի՝ ըստ ընդլայնական հատույթի կարծրության ու ամրության բաշխման սխեմաները բերված են նկ. 1 – ում և նկ. 2 – ում:



Նկ.1. Կարծրության բաշխումն ըստ լիսեռի հատույթի

Հատկությունների նման բաշխումն ըստ հատույթի մոտավորապես համապատասխանում է սահմանային բեռնվածությունների ազդեցությամբ շինածոյի վրա առաջացած ներքին լարումների բաշխմանը [5]: Առավելագույն ստատիկ ամրության հետ մեկտեղ շինածոն ձեռք է բերում մածուցիկության լրացուցիչ պաշար, որը և մեծացնում է նրա հոգնածության սահմանը: ԲՀՀ արագ տաքացումը թույլ է տալիս պահպանել ԲՋՋՄՄ ամրացման էֆեկտը, այսինքն՝ միաժամանակ իրականացվում է ԺԲՋՋՄՄ: Արդյունքում ապահովվում է մանրահատ, խիստ զարգացած պոլիգոնացված ենթակառուցվածք, և բարձր մեխանիկական հատկությունների համալիր:



Նկ.2. Ամրության սահմանի բաշխումն ըստ լիսեռի հատույթի

Լիսեռի միջուկի, ԲՀՀ տաքացմամբ նախնական ջերմամշակված շերտի և մակերևութային միաված շերտի համապատասխան կարծրություններն ու ամրությունները նշանակված են՝ H_1 ; H_2 ; H_3 և σ_1 , σ_2 , σ_3 : Համապատասխան շերտերի լավարկված խորությունները նշանակված են S_1 և S_2 տառերով: Ըստ հատույթի ամրության բաշխման կորերը կառուցվել են կարծրության բաշխման կորերի օգնությամբ՝ ընդունելով, որ $\sigma_B = KH$: Նկ.2 –ում բերված է նաև շինածոյի վրա սահմանային բեռնվածությունների ներգործության ժամանակ կտրվածքում առաջացած լարումների էպյուրը: Նման պայմաններում ջերմամշակմամբ ստացված առավելագույն ամրություն ունեցող շինածոյում առաջանում են ամրության կամ համեմատական սահմանին հավասար լարումներ:

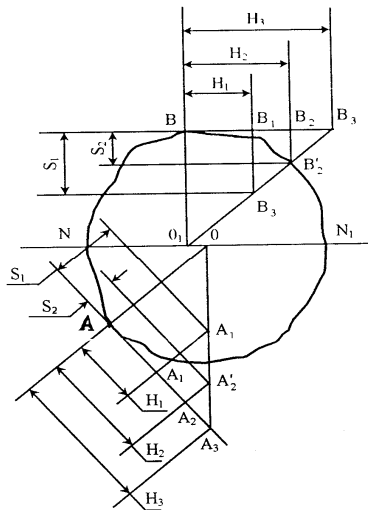
Հատույթի ծանրության E կենտրոնը, մակերևութային շերտի ԲՀՀ միտումից և արձակումից հետո կարծրությունը ցույց տվող A կետի հետ միացնող AE ուղիղը կարծրության իդեալական բաշխման գիծն է: Նման բաշխման դեպքում ստացվում է լիսեռի առավելագույն ամրություն ծոման և ոլորման ժամանակ՝ առավելագույն մածուցիկության պաշարի պայմաններում:

Կարծրության իդեալական բաշխում ըստ լիսեռի հատույթի հնարավոր չէ, սակայն տաքացման ժամանակակից մեթոդները թույլ են տալիս առավելագույն չափով մերձենալ նման բաշխմանը՝ կիրառելով հատույթի՝ ըստ շերտերի ամրացման տեխնոլոգիա: Ըստ որում՝ ինչքան մեծ է շերտերի թիվը, այնքան կարծրության բաշխումը մոտ է իդեալականին, սակայն, արդյունավետության տեսանկյունից ելնելով, աշխատանքում ընտրված է երկշերտ ԲՀՀ ջերմամշակում:

Կարծրության իդեալական բաշխման դեպքում ամրության սահմանի բաշխումն ըստ հատույթի համապատասխանում է A_1E_1 գծին (նկ.2), ինչպես նաև՝ շինածոյի վրա սահմանային բեռնվածությունների ազդեցության տակ առաջացած լարվածությունների էպյուրին: Օգտվելով կարծրության բաշխման իդեալական կորից և ստացված կարծրության H_1 ; H_2 և H_3 արժեքներից, կարելի է որոշել շերտերի լավարկված S_1 ; S_2 խորությունները:

Ոլորման և ծոման ժամանակ կլոր լիսեռի հատույթում առավելագույն լարումներն առաջանում են արտաքին կետերում, որոնք հավասարաչափ են

հեռացված կտրվածքի ծանրության կենտրոնից, այդ պատճառով ոլորման և ծոման ժամանակ լավարկված ամրացման խորությունները ամենալարված կետերի համար նույնն են [5]: Ամրացվող շերտերի խորությունների փոխհարաբերության ընտրության հիմնավորումը դիտարկված է ընդհանուր դեպքի համար, երբ ձողն ունի կամավոր հատույթ (նկ.3):



Նկ.3. Ոչ կլոր կտրվածքով ձողի ամրացնող ջերմամշակումների խորության որոշումը

Ընդունենք, որ ոլորող մոմենտներից հատույթում ամենամեծ լարումն առաջանում է A կետում: Միացնելով A կետը O ծանրության կենտրոնի հետ՝ ($AO = R$) A կետից տանենք ուղղահայաց AO – ին և ստացված ուղղի վրա որոշակի մասշտաբով տեղադրենք H_1 , H_2 և H_3 կետերը: Միացնելով A_3 և O կետերը՝ կստանանք AA_3O եռանկյունին, որում A_3O կողմը, ինչպես և AE հատվածը նկ.1 – ում, A կետի համար ըստ ձողի հատույթի կարծրության իդեալական բաշխումը բնութագրող գիծն է:

Համապատասխան կառուցումներից հետո ստացվում են AA_3O – ին նման $A_2A_3A_2'$ և $A_1A_3A_1'$ եռանկյունները: Ելնելով եռանկյունների նմանությունից՝ կարելի է գրել՝

$$H_3 / H_3 - H_1 = R / S_1 \quad \text{կամ} \quad S_1 = R \cdot (H_3 - H_1) / H_3,$$

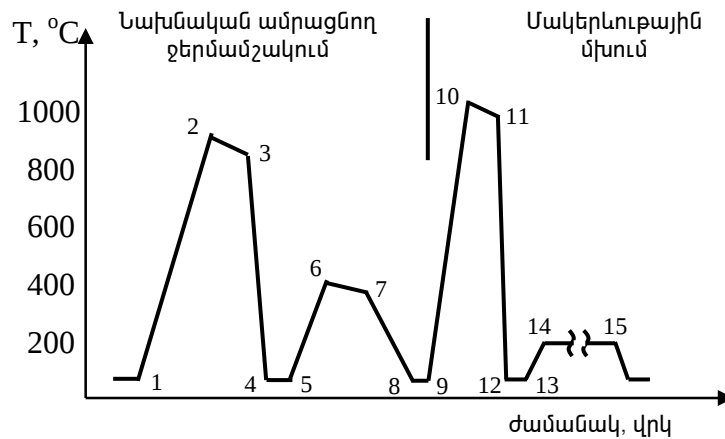
$$H_3 / H_3 - H_2 = R / S_2 \quad \text{կամ} \quad S_2 = R \cdot (H_3 - H_2) / H_3:$$

Ընդունենք, որ ձողի վտանգավոր հատույթում ծոման մոմենտի ազդեցության տակ ամենամեծ լարումներն առաջանում են B կետում, իսկ զրոյի հավասար լարումները՝ BO: չեզոք գծի վրա: Դժվար չէ նույն մոտեցմամբ ապացուցել, որ նշված օրինաչափությունները պահպանվում են: Ծոման և լարման տակ աշխատող կամավոր հատույթով հեծանի ամրացվող շերտերի լավարկված խորությունների որոշման համար ստացված հարաբերակցությունները համանման են:

Առաջարկվող ջերմամշակման տեխնոլոգիական սխեման բերված է նկ.4 – ում:

Հաշվի առնելով պողպատի մակնիշն ու մեքենամասի աշխատանքային պայմանները, հիմնվելով տեղեկատվական (նորմատիվային) տվյալների վրա,

սահմանում են ամրացվող շերտերի և միջուկի կարծրությունները: Օգտվելով վերը նշված հարաբերակցություններից՝ որոշում են S_1 և S_2 արժեքները: Համապատասխան խորություններին հասնում են տրանսֆորմատորի հզորության, հոսանքի հաճախականության և ժամանակի կարգավորման ճանապարհով [5]:



Նկ. 4. Ամրացնող ջերմամշակում

Նշված տեխնոլոգիայի արդյունավետությունն ուսումնասիրվել է փոշեպողպատ 40X – ից պատրաստված հոգնածային փորձարկման նմուշների վրա:

Ջերմային մշակման ռեժիմները և փորձարկման տվյալները բերված են աղյուսակ 1-ում և 2 – ում:

Աղյուսակ 1

Որոշակի խորությամբ նախնական ամրացնող ջերմամշակման և ԲՀՀ մակերևութային մշակման ռեժիմները

Ջերմամշակման եղանակը	Ջերմամշակման օպերացիաները	Գեներատորից սպառվող հզորությունը	Տաքացման ժամանակը, րոպե	Տաքացման ջերմաստիճանը, °C
Առաջարկվող	1) 6 մմ խորությամբ նախնական ամրացնող ջերմամշակում	43	0.43	900
	ԲՀՀ միսում	12	0.5	380
	ԲՀՀ արձակում	155	0.016	960
	2) ԲՀՀ մակերևութային միսում արձակում	-	60	180
Սովորական մակերևութային միսում	1) Նախնական ծավալային ամրացնող մշակում	-	40	850
	միսում արձակում	-	60	350
	2) ԲՀՀ մակերևութային միսում արձակում	155	0.016	960
		-	60	180

Հոգնաձային փորձարկումներն իրականացվել են 20 մմ բանվորական տրամագիծ ունեցող հարթ նմուշների վրա ծոման ժամանակ՝ պտտմամբ, $Y_{HMP} - 20$ մեքենայի վրա, որպես բազա ընդունվել է $5 \cdot 10^7$ ցիկլ: Նկատվել է σ_{-1} ի անձ՝ 700... 900 ՄՊա:

Աղյուսակ 2

Նմուշների ջերմամշակման և հոգնաձային փորձարկման արդյունքները						
Ջերմամշակման եղանակը	Նախնական ջերմամշակմամբ ամրացված շերտը		Մակերևութային մխուժից և արձակումից հետո ստացված շերտը		Միջուկի կարծրությունը, HRC	Հոգնածության սահմանը, σ_{-1} , ՄՊա
	շերտի խորությունը, մմ	շերտի կարծրությունը, HRC	շերտի խորությունը, մմ	շերտի կարծրությունը, HRC		
Առաջարկվող	5.8 – 6.0	48 - 50	1.8 – 2.0	59 – 60	24 - 26	900
Սովորական	-----	-----	1.8 – 2.0	59 - 60	40 - 42	700

Աղյուսակ 3

Ատամնանիվների դեֆորմացիաների չափումների արդյունքները մշակման տարբեր եղանակներից հետո [5]

Ջերմամշակման եղանակը	Դետալի համարը	Նոմինալ արժեքներից ամենամեծ շեղումները, մկմ					
		Ատամնապսակի շառավղային խփումը		Միջառանցքային չափի տատանումները		Քայլի սահմանային շեղումները	
		մինչև ջերմամշակումը	ջերմամշակումից հետո	մինչև ջերմամշակումը	ջերմամշակումից հետո	մինչև ջերմամշակումը	ջերմամշակումից հետո
Առաջարկվող	1	29	58	41	53	13	19
	2	22	40	38	46	19	17
	3	25	38	30	47	9	15
	4	27	46	32	54	9	22
	5	24	40	28	46	13	19
Սովորական	6	24	123	38	190	10	105
	7	28	110	36	176	11	98
	8	28	80	30	95	9	67
	9	27	115	35	203	10	47
	10	38	103	40	221	12	63

Կարծրության ռացիոնալ բաշխումն ըստ սահմանային բեռնվածության առաջացրած լարվածության էպյուրի ոչ միայն մեծացնում է հոգնածային սահմանը, այլև նվազագույնի է հասցնում ջերմային մշակման ժամանակ առաջացած դեֆորմացիաները: Համեմատության համար աղյուսակ 3 – ում բերված են պողպատ 45X – ից պատրաստված ատամնանիվների (տրամագիծը՝ 120 մմ, մոդուլը՝ 6 մմ, պսակի լայնությունը՝ 30 մմ) դեֆորմացիաների չափման արդյունքները տարբեր ջերմամշակումներից հետո:

Այսպիսով, ձևավորվում է ամրացնող ջերմամշակման բոլորովին նոր մոտեցում՝ հատկությունների փոփոխական ընդհատ ռացիոնալ բաշխում ըստ դետալի ծավալի՝ հաշվի առնելով սահմանային բեռնվածությունների ազդեցության տակ առաջացած լարման էպյուրները: Այս ուղղությամբ մեծ անելիքներ ունեն ինչպես մետաղագետները, այնպես էլ նյութերի դիմադրությունն ուսումնասիրող գիտնականները:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Бернштейн М.Л., Саклинский В.И., Мамян С.Г.** Выхотемпературное термомеханическое упрочнение конструкционных сталей // Повышение конструкционной прочности сталей и сплавов: Сб. тр. – М., 1970. – С.126-133.
2. **Мамян С. Г.** Исследование влияния последеформационной выдержки на структуру и свойства металлопорошковых сталей // Структурообразование при горячей деформации: Материалы Всесоюз. конф. – М., 1991. – С.76-80.
3. **Mamian S. G.** Creation of High – Strenght Quasi – Composites and alloys of a New Class //New processes and Aplication Experience. –Materials of the Congress. – Moscow, 1990.- P.196 - 201.
4. **Шепеляковский К. З.** Упрочнение деталей машин поверхностной закалкой при индукционном нагреве. – М.: Машиностроение, 1972. – С.162-164.
5. А. с. 1276673А1 СССР. Способ термической обработки изделий **Бедяко М.Н., А. И. Тарарук, А. И. Гордиенко, Г.А. Семенюк** // Открытые изобретения. Оpubл. в Б.И. №46. – 1986.

ՀՊՀՀ: Նյութը ներկայացվել է խմբագրություն 05.06.2002:

С.Г. МАМЯН

ПОВЫШЕНИЕ УСТАЛОСТНОЙ ПРОЧНОСТИ ПУТЕМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ МАКРОСТРУКТУРЫ

Разработан новый подход повышения комплекса механических свойств путем термической обработки с использованием установки ТВЧ: переменное дифференцированное рациональное распределение свойств по объему детали с учетом эпюр внутренних напряжений, образующихся под предельными нагрузками.

S.G. MAMYAN FATIGUE STRENGTH INCREASE BY DETERMINING OPTICAL MACROSTRUCTURE

A new method of increasing the mechanical property complex by means of heat treatment using a high frequency current setup is elaborated. Variable differentiated rational distribution of properties according to the detail size paying attention to the epures of internal stresses formed under ultimate loads is given.