

Լ.Ձ. ԳԱԼՍՏՅԱՆ

FeCr-K*+ՊՈՂՊԱՏ 40 ՄԵՏԱՂԱԹԵԼՔԵՐՈՎ ԱՄՐԱՆԱՎՈՐՎԱԾ ԵՐԿԱԹ- ՔՐՈՄԱՅԻՆ ԲԱՐՁՐԱՄՈՒՐ ԵՎ ՄԱՇԱԿԱՅՈՒՆ ԿՈՄՊՈԶԻՏՅԱՅԻՆ ՆՅՈՒԹԵՐԻ ՍՏԱՑՄԱՆ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱՅԻ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒՄԸ

Հետազոտված է FeCr-K*+պողպատ 40 մետաղաթելքերով ամրանավորված կոմպոզիտային նյութերի ստացման գործընթացը, որտեղ Cr-ի և K* կոմպոնենտների քանակությունները չեն գերազանցում 0,5-2,5%-ը: Մշակվել է կոմպոզիտային նյութի տաք արտամղմամբ ստացման տեխնոլոգիան: Ուսումնասիրվել է արտամղման գործընթացում պողպատ 40 մակնիշի ընդհատվող թելքերով ամրանավորված կոմպոզիտային նյութերում մետաղական թելքերի գերբարձր պլաստիկությունը:

Առանքային բառեր. ջերմաքիմիական մշակում, տաք արտամղում, ամրանավորված կոմպոզիտային նյութ, մնացորդային ծակոտկենություն:

Ներածություն: Մետաղական համաձուլվածքների կառուցվածքը կարող է լինել բաղադրիչների մեխանիկական խառնուրդի տեսքով, պինդ լուծույթների կամ քիմիական միացությունների ձևով: Նյութերի կարծրության և, հետևաբար, ամրության բարձրացումը ոչ միշտ է նպատակահարմար: Դա հանգեցնում է նյութերի փխրուն քայքայման, քանի որ այդ հատկություններն անհամատեղելի են նյութերի պլաստիկության և մաճուցիկության հետ: Խնդրի այդպիսի լուծումը ընդունելի չէ մեքենաների մասերի և մետաղական կոնստրուկցիաների տարրերի դեպքում: Իրավիճակից դուրս գալու ելքը բարձրամուր մետաղաթելքերով ամրանավորված կոմպոզիտային նյութի մշակումն է: Այստեղ հիմնական բեռնվածությունը կրում են մետաղաթելքերը, իսկ մայրակի նյութը բեռը հավասարապես բաշխում է թելքերի միջև: Կոմպոզիտային նյութի պատրաստման ժամանակ անհրաժեշտ պայմաններ են «մայրակ-մետաղաթելք» ամուր կապի ապահովումը և մետաղաթելքերի կողմնորոշումը բեռի ազդման ուղղությամբ: Այս և այլ խնդիրներ լավագույն լուծում են ստանում փոշեմետալուրգիական մեթոդներով կոմպոզիտային նյութերի ստացման ժամանակ: Սակայն այս մեթոդների դեպքում ևս առաջանում են դժվարություններ, դրանք են՝ անծակոտկեն կառուցվածքների ապահովումը և մետաղաթելքերի վնասագերծումը: Հայտնի է, որ եռակալման ժամանակ «մայրակ-մետաղաթելք» անցման գոտում ընթանում են քիմիական փոխազդեցություններ, որի հետևանքով կոմպոզիտային նյութի հատկությունները զգալիորեն նվազում են: Դա կոմպոզիտային նյութի ստացման գործընթացի լուրջ բարդություններից մեկն է: Այդ է պատճառը, որ որպես դրական

գործընթաց անձակոտկեն կառուցվածքների ստացման դեպքում դիտարկվում է տաք արտամղումը: Որպես արդյունավետ եղանակ հատկանշական է ամրանավորող մետաղաթելքերի դեֆորմացիան (երկարումը), ինչը դրական է ազդում կոմպոզիտային նյութի ամրային հատկությունների վրա:

Հետազոտության նպատակը: Աշխատանքի նպատակն է հետազոտել պողպատյա թելքերով ամրանավորված երկաթ-քրոմային բարձրամուր և մաշակայուն կոմպոզիտային նյութերի ստացման տեխնոլոգիան և բացահայտել կառուցվածքագոյացման մեխանիզմը:

Խնդրի դրվածքը և մեթոդիկայի հիմնավորումը: Խնդիրը լուծվում է մետաղական թելքերով ամրանավորված ծակոտկեն փոշենյութերի տաք արտամղման գործընթացի լարվածադեֆորմացված վիճակի առանձնահատկությունների բացահայտմամբ, կոմպոզիտային նյութի արտամղմամբ ստացման տեխնոլոգիայի մշակմամբ և հատկությունների ուսումնասիրմամբ:

Ըստ գրականության վերլուծությունների [1-2]՝ դուրս է բերված անալիտիկ հավասարում (1), որը թույլ է տալիս գնահատել ծակոտկենության փոփոխությունը տաք արտամղման գործընթացում: Դիտարկվել է <Fe-Cr+K°> բաղադրությամբ կոմպոզիտային նյութ, որտեղ K° - ն բովախառնուրդի մնացած կոմպոնենտներն են՝ ածխածին, նիկել, մոլիբդեն, պղինձ, որոնց % - ային բաղադրությունները բերված են աղ. 1-ում:

Աղյուսակ 1

Փոշեկոմպոզիցիոն նյութերի ելքային բաղադրությունը

N	Cr	Fe	C	Ni	Mo	Cu	MoS ₂
1	0,8	97,5	0,2	1,5	-	-	-
2	-	97,3	0,2	1,5	1	-	-
3	1	96,7	0,25	1,5	0,5	-	-
4	1	94,5	0,5	1,5	0,5	2	-
5	1	92	0,5	1,5	-	3	2

Համաձայն [3] աշխատանքի՝ հայտնի է հետևյալ բանաձևը.

$$\ln \left(\frac{1-\theta}{1-\theta_0} \right) = \frac{1 - \frac{2}{1+\cos \alpha} (\lambda\sqrt{\lambda}-1)e^A}{\lambda\sqrt{\lambda}(e^A - \sin^3 \alpha)}, \quad (1)$$

$$A = \left\{ 3 \left[\frac{2n}{\sqrt{3}} \frac{\sigma_T}{p} \left[\ln(\sin \alpha) + \frac{C_1}{2n} \right]^{\frac{C_1-C_2}{n}} \right]^{\frac{n}{C_1-C_2-n}} - \frac{C_1}{2n} \right\},$$

որտեղ C₁, C₂-ը հաշվարկային մեծություններ են, θ₀, θ - ն՝ սկզբնական և ընթացիկ ծակոտկենությունները, %, α - ն՝ մայրակի կոնական անկյունը, աստիճան, λ - ն՝

տաք արտամղման գործակիցը, P – ն՝ արտամղման ճնշումը, $U\mathcal{M}\omega$, σ_T – ն՝ տվյալ կոմպոզիտային նյութի հոսունության սահմանը, $U\mathcal{M}\omega$:

Համաձայն աղ. 1-ի 2-րդ բաղադրության՝ $\varnothing 24 \times 40$ մմ չափերով մամլվածքի համար արտամղման ռեժիմներն են՝ $T_{արտ} = 1000 \pm 15$ °C, $\tau_{պահ} = 2 \dots 2,5$ ժամ, $\lambda = 2$, $\alpha = 55^\circ$, $\sigma_T = 27$ $U\mathcal{M}\omega$ [3]:

Մինչև արտամղումը մամլվածքի նախնական ծակոտկենությունը՝ $\theta_0 = 16,6\%$: Հաշվարկներից պարզվել է, որ արտամղման հաշվարկային ճնշումը կազմում է $P = 123,5$ $U\mathcal{M}\omega$ [3], իսկ փորձարարական տվյալներով՝ 120...140 $U\mathcal{M}\omega$: Շեղումը կազմում է 2,8...11,8%:

Տաք արտամղումից հետո ծակոտկենությունը որոշվում է (2) բանաձևով, իսկ ըստ համապատասխան հաշվարկների վերջնական ծակոտկենությունը՝ $\theta = 0,064$ [4]:

$$\theta = 1 - (1 - \theta_0) e^{-\frac{\left(1 - \frac{2}{1 + \cos \alpha}\right) (\lambda \sqrt{\lambda - 1}) e^A}{\lambda \sqrt{\lambda (e^A - \sin^3 \alpha)}}} \quad (2)$$

Հետևաբար՝ հաստատված է, որ ներկայացված բանաձևերը թույլ են տալիս ըստ սկզբնական ծակոտկենության (θ_0) և տեխնոլոգիական այլ պարամետրերի արժեքների հաշվարկել արտամղումից հետո վերջնական ծակոտկենությունը և ստանալ անծակոտկեն շինվածք ($\theta = 0$): Տեսական և փորձարարական արժեքների շեղումը՝ ըստ վերջնական ծակոտկենության, կազմում է 5...7% (աղ. 2) [5]:

Աղյուսակ 2

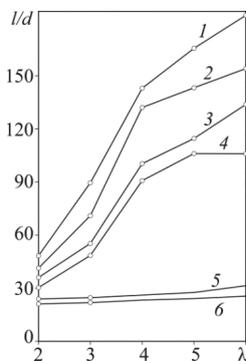
Տաք արտամղումից հետո շինվածքների ծակոտկենությունը

Արտամղման ջերմաստիճան, T , °C	Արտամղման գործակից, λ	Արտամղման ճնշում, P , $U\mathcal{M}\omega$	Հոսունության սահման, σ_T , $U\mathcal{M}\omega$	Սկզբնական ծակոտկենություն, θ_0 , %	Շինվածքի ծակոտկենություն, %			
					մայրակի կոնական անկյուն, α , աստի			
					փորձարարական տվյալներ		հաշվարկային տվյալներ	
55°	60°	55°	60°					
1100	2	87,5	25,83	25	7,8	4,45	8	4,3
	4	162,5	25,83	25	1,9	0,2	1,95	0,15
	6	200	25,83	25	0,3	0	0,31	0
	8	240	25,83	25	0	0	0	0

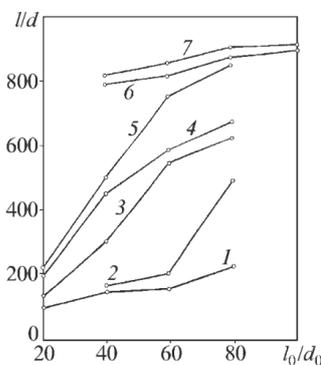
Բերված տվյալները հաստատում են փոշեմետալուրգիայի մեթոդների (տաք դրոշմում, տաք արտամղում և այլ տեխնոլոգիական գործընթացներ) կիրառման նպատակահարմարությունը բարձրամուր ոչ ծակոտկեն մետաղական շինվածքների ստացման համար:

Կոմպոզիտային նյութի անհրաժեշտ համալիր ֆիզիկամեխանիկական հատկությունների ստացման համար առավել նախընտրելի է ընդհատվող թելքերով

ամրանավորումը (նկ. 1, 2):



Նկ. 1. Cu - պողպատ 40* կոմպոզիցիային նյութում թելքերի երկարացումը արտամղումից հետո տարբեր աստիճանի դեֆորմացման արդյունքում՝
 $\lambda: l_0/d_0 = 20$; մայրակի անկյուն՝
 $\beta = 60^\circ$; $\alpha_{\text{հ}}$ - թելքի նախնական կողմնորոշման անկյուն, 1 - $\alpha_{\text{հ}} = 0^\circ$; 2 - 30° ;
 3 - 60° ; 4 - 1500; 5 - 1200; 6- 900 [3]

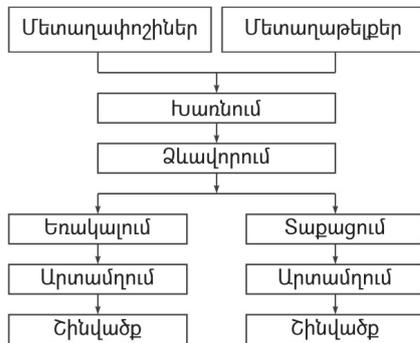


Նկ. 2. Արտամղումից հետո տարբեր կոմպոզիտային նյութերում թելքերի բաշխվածությունը. 1, 3-Cu-պողպատ 40*; 2, 5, 6- Fe - պողպատ 40*; 4- Fe-Cu*; 1, $\alpha_{\text{հ}} = 150^\circ$; 3-5- 30° , 6, 7- 0° ; $\beta = 60^\circ$, $\lambda = 4$ [3]

Մեր կողմից հետազոտվել են մոդելային նմուշների արտամղման օրինաչափությունների կախվածությունը l_0/d_0 հարաբերությունից (l_0, d_0 -ն արտամղումից առաջ թելքի երկարությունը և տրամագիծն է) և արտամղման գործակցից (λ):

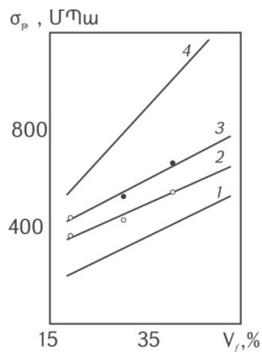
Արտամղման ջերմաստիճաններն են. պղնձյա նմուշների դեպքում՝ $t_w = 50^\circ\text{C}$, պողպատյա նմուշների դեպքում՝ $t_w = 1100^\circ\text{C}$, տաքացման տևողությունը՝ $\tau_w = 15 \dots 20$ րոպե (նկ. 3):

1-7 կորերի վերլուծությունը (նկ. 2) ցույց է տալիս, որ l_0/d_0 մեծացման հետ արտամղման ընթացքում թելքերը երկարում են, այսինքն՝ l/d մեծանում է: Բոլոր արժեքների համար $l_0/d_0 = 20 \dots 100$ և $\alpha_{\text{հ}} = 0 \dots 150^\circ$ ամենացածր հարաբերությանը $l_0/d_0 = 20$ համապատասխանում է $l/d = 100$ [3]: Դա հիմք է հանդիսանում պնդելու, որ սկզբնական l_0/d_0 կարելի է ընդունել $l_0/d_0 \approx 20$, քանի որ արտամղումից հետո այս արժեքը մեծանում է և ձգտում $l/d = 80 \dots 100$: Այսպիսի արժեքների դեպքում ամրային հատկություններն առավելագույն են և մոտ են չընդհատվող թելքերով կոմպոզիտային նյութերին: Ակնհայտ է, որ որքան փոքր է l_0/d_0 արժեքը, այնքան հեշտ է լուծվում բովախառնուրդի պատրաստման հարցը: Փոշին և թելքի երկարությունը համաչափելի են:



Նկ. 3. Կոմպոզիտային նյութի արտամղմամբ ստացման տեխնոլոգիան

Ինչպես երևում է նկ. 4-ից, որքան փոքր է l_0/d_0 , այնքան հեշտ է իրականացվում թելի կողմնորոշվածությունը արտամղման ուղղությամբ: Դա նշանակում է, որ կոմպոզիտային նյութի ամրային հատկություններն աճում են:



Նկ. 4. Ձգման ժամանակ թելի ծավալային V_f պարունակության կախվածությունը կոմպոզիտային նյութի ամրային հատկություններից.

1, 4 – պղնձե հիմքով նյութերի հաշվարկային արժեքները, ամրանավորված պողպատե ($\sigma_p = 1000$ ՄՊա) և վոլֆրամի ($\sigma_p = 2200$ ՄՊա) թելերով; 2, 3 - փորձարարական տվյալներ Cu- պողպատ 40* և Cu-Mo* արտամղված կոմպոզիցիայի համար [1]

Արտամղման ժամանակ թելի երկարացումը նշանակալիորեն փոքրացնում է նրա տրամագիծը: Դա մի կողմից՝ մեծացնում է նրանց ամրությունը, մյուս կողմից՝ թույլ է տալիս օգտագործել մեծ տրամաչափի մետաղաթելեր (աղ. 3), ինչը ավելի էժան է:

Կոմպոզիցիայի և մայրակի նյութի մեխանիկական հատկությունները՝ ստացված լավարկված արտամղման պայմաններում

Նյութ	χ , մկմ	$(\sigma_p)_{\psi}$ ՄՊա	δ , %	ψ , %	Փոխազդեցության գոտում միկրոկարծրություն, ՄՊա
Cu	-	248...252	45...52	75...81	-
<Cu- պողպատ >	2...4	390...400	35...40	68...70	2500
<Cu-Mo*>	-	400...450	30...33	45...48	2000...2600
Fe	-	320...360	22...30	38...43	-
<Fe- պողպատ 40*>	-	420...440	18...22	36...39	1700...2000
Fe-Mo*	2-3	500...550	17...22	35...38	1600...1900

Արտամղումը հանդիսանում է ամրանավորված նյութերի կոմպակտավորման առավել արդյունավետ եղանակ, որի ժամանակ թելքի դեֆորմացումը (որպես կանոն՝ երկարացումը) դրական է ազդում կոմպոզիցիայի ամրության վրա. թելքերի ծավալային մասի 20...25% ձգտում է առավելագույն ամրության, այն դեպքում, երբ այլ տեխնոլոգիաների իրականացման ժամանակ (օրինակ, դինամիկական տաք մամլում) թելքերի ծավալային պարունակությունը կազմում է 35...45%:

Եզրակացություն: Մոդելային հետազոտությունների հիման վրա արտամղման գործընթացում բացահայտված է պողպատ 40 մակնիշի ընդհատվող թելքերով ամրանավորված կոմպոզիտային նյութերում մետաղական թելքերի գերբարձր պլաստիկությունը: Բացահայտվել են արտամղման գործընթացի ընդհանուր օրինաչափությունները՝ կախված թելքերի ելքային կողմնորոշումից, մայրակի անկյունից, մետաղաթելքի երկարության և տրամագծի հարաբերությունից և արտամղման գործակցից, որոնք ապահովում են մեխանիկական հատկությունների առավելագույն արժեքներ (արտամղման լավարկված ռեժիմներ):

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Карпинос Д.М., Тучинский Л.И., Вишняков Л.Р.** Новые композиционные материалы.- Киев: Вища школа, 1977.- 312 с.
2. **Ушаков В.Г., Филатов В.И., Ибрагимов Х.М.** Выбор марки стали и режима термической обработки деталей машин.- Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2001.- 23 с.
3. **Петросян А.С.** Порошковая металлургия композиционных материалов.-Ереван, 2007.- 240 с.

Л.З. ГАЛСТЯН

**ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ
ЖЕЛЕЗОХРОМИСТЫХ ВЫСОКОПРОЧНЫХ И ДОЛГОВЕЧНЫХ
КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, АРМИРОВАННЫХ
КОМПОНЕНТАМИ FeCr-K*+СТАЛЬ 40**

Исследован процесс получения композиционных материалов, армированных металлическими волокнами FeCr-K*+ стали 40 (проволока), где количество компонентов Cr и K* не превышает 0,5...2,5%. Разработана технология получения композиционного материала горячей экструзией. Изучена сверхвысокая пластичность металлических волокон в композиционных материалах, армированных прерывистыми волокнами стали 40 в процессе экструзии.

Ключевые слова: термохимическая обработка, горячая экструзия, армированный композиционный материал, остаточная пористость.

L.Z. GALSTYAN

**RESEARCH OF THE TECHNOLOGY OF OBTAINING IRON-CHROME
STRONG AND DURABLE COMPOSITE MATERIALS REINFORCED
WITH COMPONENTS FeCr-K*+STEEL 40**

The production of reinforced composite materials by thermo-chemical treatment of FeCr-K*+ steel 40 (wire) components, where the amounts of the Cr and K* components do not exceed 0,5...2,5%, is investigated. The technology of obtaining a composite material by hot extrusion has been developed. In the composite materials reinforced with discontinuous fibers of steel 40, the high plasticity of metal fibers has been studied in the extrusion process.

Keywords: thermochemical treatment, hot extrusion, reinforced composite material, residual porosity.

ՀՏԴ 621.8

Յ.Վ. ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ

**ՍԱՀՔԻ ԱՌԱՆՑՔԱԿԱԼՆԵՐՈՒՄ ՀԱԿԱՇՓԱԿԱՆ ՆՅՈՒԹԵՐԻ
ԲՆՈՒԹԱԳՐԵՐԸ**

Ուսումնասիրվում են սահքի առանցքակալների համար հակաշփական նյութերը և դրանց հատկությունները՝ օպտիմալ պարամետրերը որոշելու համար: Հաշվի են առնվում տարբեր տեսակի սահքի առանցքակալներ և նպատակահարմար նյութեր: Ուշադրություն է դարձվում ժամանակակից նյութերին, որոնք նպաստում են տարբեր գործառական պայմաններում առանցքակալների արտադրողականության բարելավմանը:

Առանցքային բաղեր. սահքի առանցքակալներ, հակաշփական նյութեր, ինքնայուղում, շփագիտություն: