

ՀՏԴ 621.762:621.763 ՆՅՈՒԹԱԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆ

Ս.Գ. ԱՂԲԱԼՅԱՆ, Գ.Ա. ՎԱՍԻԼՅԱՆ, Ա.Ռ. ՄԱՐԳՍՅԱՆ

ԱՄՐԱՆԱՎՈՐՎԱԾ ԿՈՄՊՈԶԻՑԻՈՆ ՆՅՈՒԹԵՐԻ ՍՏԱՑՄԱՆ ՏԵՄԱԿԱՆ ԵՎ
ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

Համալիր հետազոտությունների արդյունքում բացահայտվել են մետաղական թելքերով ամրանավորված կոմպոզիցիոն նյութերի ստացման տեսական և տեխնոլոգիական առանձնահատկությունները, այդ թվում՝ ամրանավորված կոմպոզիցիոն նյութերի ձգման ամրության կախվածությունը մետաղաթելի ծավալային չափերից, երկարությունից, առանցքի նկատմամբ կողմնորոշվածությունից և այլն: Ցույց է տրված, որ մետաղները դիսկրետմետաղաթելերով ամրանավորելու տեղիքում մետաղաթելի կոմպոզիցիոն և կրիտիկական երկարությունն ունեն կարևոր նշանակություն կոմպոզիցիոն նյութի հատկությունների ձևավորման գործընթացում:

Առանցքային բառեր. կոմպոզիցիոն նյութ, փոշեմետալուրգիա, թելք, մայրակ, դեֆորմացում, տաքարտամում, ձգում, սեղմում, անիզոտրոպիա:

Հայաստանի Հանրապետության սոցիալական և տնտեսական արգացման ծրագրերում մեծ տեղ է հատկացված մետալուրգիային, առանց որի անհնար է պատկերացնել մեքենաշինության, սարքաշինության, էլեկտրատեխնիկական արդյունաբերության, ռադիոտեխնիկայի, ինչպես նաև ռազմական արդյունաբերության հետագա առաջընթացը: Ընդ որում, տեխնիկայի զարգացմանը զուգընթաց, ավելի մեծ տեղ է հատկացվում կոմպոզիցիոն և հատկապես բարձր ամուր նյութերին: Այստեսակետից կարևորություն են ներկայացնում մետաղական հիմքով կոմպոզիցիոն նյութերը (ԿՆ), որոնք ամրանավորված են բարձր ամրությամբ մետաղաթելերով:

Կոմպոզիցիոն նյութերի ստացման տեխնոլոգիական բարդությունը պայմանավորված է երեքտիպի հիմնախնդիրներով:

Հիմնախնդիրների առաջին խումբն առնչվում է մետաղաթելի և մայրակի նյութերի փոխկապակցությանը: Այս հիմնախնդիրների ճիշտ լուծումից է կախված մետաղաթելի և մայրակի միջև կապի ամրությունը, ինչպես նաև ֆիզիկաքիմիական փոխակերպությունների ոչ ցանկալի ընթացքը սահմանային շերտում: Հիմնախնդիրների երկրորդ խումբը կապված է մայրակում մետաղաթելի հավասարաչափ բաշխվածության հետ, իսկ երրորդը տեխնոլոգիական է և առնչվում է նախապատրաստվածքի ու արտադրատեսակների ստացմանը:

Այս խնդիրների լուծման տեսակետից լայն հնարավորություններ ունի փոշեմետալուրգիան՝ ամրանավորված կոմպոզիցիոն նյութերի ստացման հեռանկարային մեթոդներից մեկը: Այսպիսի նյութերը պետք է ունենան անձակոտկեն կառուցվածք,

ինչը գործնականորեն հնարավոր է ապահովել միայն տաք արտամղման (էքստրուզիայի) միջոցով:

Սակայն մինչև այժմ լիովին ուսումնասիրված չեն ամրանավորված բարձրամուր կոմպոզիցիոն նյութերի՝ տաք արտամղմամբ ստացման գործընթացի տեսական և տեխնոլոգիական առանձնահատկությունները: Այս հարցերի պարզաբանումը կնպաստի փոշեմետալուրգիայի եղանակով վերը նշվածն յոթերի արտադրության կտրուկ բարձրացմանը: Փոշեմետալուրգիական եղանակով ստացվող նյութերի արտադրությունը խիստ հեռանկարային է Հայաստանի Հանրապետության համար, որով էլ պայմանավորված է սույն աշխատանքի արդիականությունը: Առաջարկվող տեխնոլոգիան շահավետ է կտարբերվում է ավանդական եղանակներից:

Աշխատանքի նպատակն է բացահայտել պահանջվող համալիր հատկություններով օժտված բարձրամուր ամրանավորված կոմպոզիցիոն նյութերի՝ փոշեմետալուրգիական եղանակով ստացման տեսական և տեխնոլոգիական առանձնահատկությունները:

Կոմպոզիցիոն նյութերն անիզոտրոպ են, և անիզոտրոպության աստիճանն առաջին հերթին կախված է մետաղաթելերի կողմնորոշվածությունից: Ամենաբարձր մեխանիկական հատկություններ ստացվում են այն ժամանակ, երբ նյութում բոլոր մետաղաթելերը զուգահեռ են մեկը մյուսին և կողմնորոշված են լարման ուղղությամբ, ինչպես նաև մայրակի նյութի հարաբերական երկարացումը՝ որպես նվազագույն պահանջ, պետք է հավասար լինի մետաղաթելի հարաբերական երկարացմանը՝ համակարգի միատարրությունն ապահովելու համար:

Կոմպոզիցիոն նյութերի հիմնական հատկությունները գլխավորապես կախված են մետաղաթելի հատկություններից և բաժանման սահմանում մետաղաթել-մայրակ կապի ուժից: Ամրանավորման համար օգտագործվող մետաղաթելերը պետք է ունենան հետևյալ հատկությունները՝ հալման բարձր ջերմաստիճան, փոքր տեսակարար կշիռ, բարձր ամրություն աշխատանքային ջերմաստիճանի բոլոր տիրույթներում, ամենավոքոր լուծվելիություն մայրակում, քիմիական բավականաչափ կայունություն, աշխատանքային ջերմաստիճաններում ֆազային փոխակերպությունների բացակայություն և այլն:

Նյութերի ամրանավորումը կատարվում է 3 ձևով՝ թելիկային բյուրեղներով, մետաղալարերով և ոչ մետաղական կիսաբյուրեղային մետաղաթելերով: Աղ. 1-ում բերված են ամրանավորող մի քանի մետաղաթելերի հատկությունները, որոնցից ամենաբարձր ամրությունն ունեն կերամիկական թելքերը: Աշխատանքի ընթացքում մետաղաթելերը պետք է իրենց վրա կրեն հիմնական (ձգման, սեղմման, ծռման և այլն) լարումները, հակառակ դեպքում՝ հատկությունները կլինեն շատ ցածր:

Ամրանավորող մետաղաթելերի ֆիզիկա-մեխանիկական հատկությունները

Մետաղաթելի տեսակը	Մետաղաթելի նյութը	Հալման ջերմաստիճանը, °C	Խտությունը, $\times 10^3$, կգ/մ ³	Ջերմային ընդարձակման գործակիցը, $\times 10^{-6}$, աստ ⁻¹	Ամրության սահմանը, ՄՊա	Առաձգականության մոդուլը, ԳՊա
Մետաղական	W	3400	19,30	7,76	405	4150
	Mo	2620	10,22	6,90	225...290	3650
	Be	1280	1,82	13,0...18,0	130...180	2460
	Ածխածնային պոլիպատ	1535	7,80	13,0...14,3	430	2100
	Չժանգոտվող պոլիպատ	-	7,80	-	350	2100
	Rene-41	1350	8,25	-	-	1690
Մետաղաթելեր	Cu	1083	8,9	17	334	1260
	Fe	1535	7,85	-	330	2100
	Ni	1450	8,95	-	394	2180
Կերամիկական թելեր	Al ₂ O ₃	2040	3,95	-	2100	4350
	SiC	2700	3,20	-	2100	4900
	գրաֆիտ	3700	2,10	-	2100	10000

Եթե մայրակը և մետաղաթելը ենթարկվում են միաժամանակյա դեֆորմացման, ապա մետաղաթելի դեֆորմացման կապը մայրակի դեֆորմացման հետ արտահայտվում է հետևյալ կախվածությամբ [1].

$$\varepsilon_{\text{ՄՊ}} = \varepsilon_{\text{ՄԳ}} \left[\frac{2V_p}{V_p + 0,8} \left(\frac{E_p}{E_{\text{ՄՊ}}} - 1 \right) + 1 \right]^{-1}, \quad (1)$$

որտեղ $\varepsilon_{\text{ՄՊ}}$ -ն, $\varepsilon_{\text{ՄԳ}}$ -ն մայրակի և մետաղաթելի հարաբերական դեֆորմացումներն են ձգման ժամանակ իրենց առանցքի ուղղությամբ, V_p -ն՝ ամրանավորող մետաղաթելի ծավալը, իսկ $E_{\text{ՄՊ}}$ -ն, $E_{\text{ՄԳ}}$ -ն՝ Յունգի մոդուլները մայրակի և մետաղաթելի համար: Երբ $V_p \gg 1$, ապա դեֆորմացումը պետք է մեծացնի կոմպոզիցիոն նյութի ընդհանուր դեֆորմացումը $\varepsilon_{\text{ՄՊ}}$ անգամ: Մետաղների համար այդ հարաբերությունը փոփոխվում

է 1-ից մինչև 10-ը ընկած տիրույթում [1]: Մեծացնելով մետաղաթելի V_p , կարելի է ստանալ կոմպոզիցիոն նյութի ամենաբարձր ամրությունը: Բայց ինչպես ցույց է տալիս (1) բանաձևը, եթե մայրակի հարաբերական երկարացումը սահմանափակ է, այդ դեպքում մեծ V_p արժեքը կարող է խախտել համակարգի միատարրությունը: Դրա համար նյութի օպտիմալ բաղադրությունն ընտրելիս պետք է հաշվի առնել մետաղաթելի ծավալային բաղադրության սահմանափակման հետևանքով կոմպոզիցիոն նյութի ամրության նվազումը: Ամրության նվազումը կարող է տեղի ունենալ նաև մետաղաթելերի ոչ հավասարաչափ բաշխվածության պատճառով, այսինքն՝ եթե կպած են մեկը մյուսին:

Վերը նշվածը կարելի է կանխել միայն այն դեպքում, երբ մետաղաթելերի միջև եղած δ հեռավորությունը, խզման ընթացքում մետաղաթելի d_p տրամագիծը, ε_p հարաբերական երկարացումը մայրակի ε_d -ն ունենան հետևյալ կախվածությունը [2]՝

$$\sigma \geq d_p / \frac{\varepsilon_d}{\varepsilon_p} - 1 : \quad (2)$$

Կոմպոզիցիոն նյութի ամրության սահմանը որոշվում է

$$(\sigma_{\sigma})_{\text{կո}} = (\sigma_{\sigma})_p V_p + \sigma_d (1 - V_p) \quad (3)$$

կախվածությամբ, որտեղ $(\sigma_{\sigma})_p$ -ն ամրության սահմանն է մետաղաթելի ձգման ժամանակ, իսկ σ_d -ը՝ մայրակի ամրությունը թելիկի խզման պահին: Եթե մետաղաթելի պլաստիկությունը փոքր է, իսկ առաձգականությունը՝ մեծ, քան մայրակինը, ապա ամրանավորված նյութի ձգման կորը բաժանվում է 3 տիրույթի՝

1. մայրակը և մետաղաթելը դեֆորմացվում են առաձգականորեն,
2. մայրակն անցնում է պլաստիկ-առաձգական վիճակի,
3. համակարգի 2 կոմպոնենտներն էլ գտնվում են պլաստիկ դեֆորմացման վիճակում:

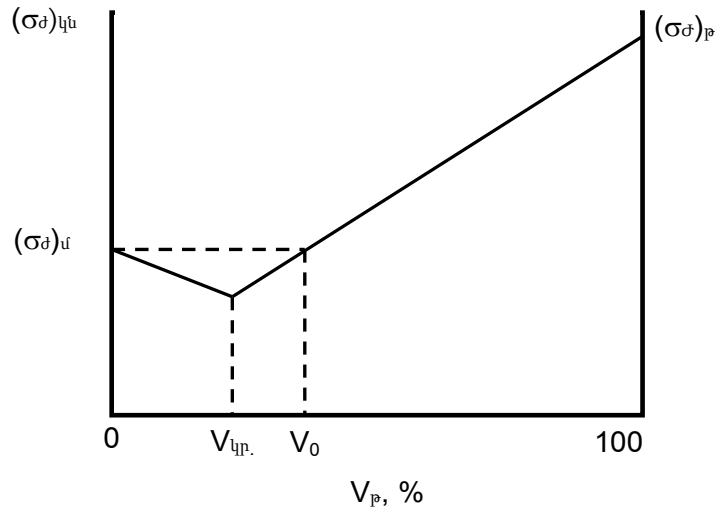
Կոմպոզիցիոն նյութերի ամրության կախվածությունը մետաղաթելի ծավալային բաղադրությունից ցույց է տրված նկ. 1-ում:

Մետաղաթելի կրիտիկական ծավալային չափը ($V_{կր}$) կարելի է որոշել ամրանավորված նյութերի ամրության սահմանի հավասարության պայմանից, հաշվի առնելով բաղադրության մեջ նրա ծավալային մասը, երբ $V_d = V_{կր}$ ՝

$$(\sigma_{\sigma})_p V_{կր} + \sigma_d (1 - V_{կր}) = (\sigma_{\sigma})_d (1 - V_{կր}), \quad (4)$$

որտեղ $(\sigma_{\sigma})_p$ -ը թելքի ամրության սահմանն է նյութի ձգման ընթացքում: Լուծելով (4) հավասարումը, ստանում ենք՝

$$V_{կր} = \frac{(\sigma_{\sigma})_d - \sigma_d}{(\sigma_{\sigma})_p + (\sigma_{\sigma})_d - \sigma_d} : \quad (5)$$



Նկ. 1. Ձուգահեռ մետաղաթելերով ամրանավորված կոմպոզիցիոն նյութի ձգման ամրության կախվածությունը մետաղաթելի ծավալային չափից [1]

Եթե $V_p = V_{լր.}$, ապա կոմպոզիցիոն նյութն ունի ամենափոքր ամրությունը: Եթե մետաղաթելի ծավալային պարունակությունը հավասար է V_0 -ի, ապա այդ դեպքում ամրանավորված կոմպոզիցիոն նյութի ամրության սահմանը հասնում է ոչ ամրանավորված մայրակի ամրության սահմանին՝

$$(\sigma_d)_p V_0 + \sigma_d (1 - V_0) = (\sigma_d)_d, \quad (6)$$

որտեղ V_0 -ն մետաղաթելի ծավալն է, որի դեպքում կոմպոզիցիոն նյութի ամրության սահմանը հավասար է մաքուր մայրակի ամրության սահմանին: (6)-ից ստանում ենք՝

$$V_0 = \frac{(\sigma_d)_d - \sigma_d}{(\sigma_d)_p - \sigma_d}: \quad (7)$$

Ավելի բարձր ամրանավորում ստանալու համար, որքան կարելի է, պետք է փոքր վերցնել $V_{լր.}$ -ը և V_0 -ն: Այս դեպքում կարելի է հասնել մետաղաթելի իրականամրությանը, ընդ որում՝ նրա ոչ մեծ ծավալային չափի դեպքում: [3] աշխատանքում ցույց է տրված, որ 0,5 մմ տրամագծով վոլֆրամի լարերով պղնձի անընդմեջ ամրանավորման դեպքում $V_{լր.}$ -ը ստացվում է՝ $V_{լր.}=8,5$ ծավ.%, չժանգոտվող պողպատի լարերի դեպքում՝ $V_{լր.}=17,0$ ծավ.%:

$V_{լր.}$ -ի և V_0 -ի փոքրացման համար անհրաժեշտ է մայրակն ամրանավորել բարձրամրության սահման ունեցող մետաղաթելերով:

Եթե նյութն ամրանավորված է դիսկրետ մետաղաթելով, ապա այդ դեպքում մետաղաթելի ամրության լիարժեք օգտագործումը կոմպոզիցիոն նյութում դժվարա-

նում է: Թելիկների վրա առաջանում է անհավասարաչափ լարվածություն: Ծայրերում այն հավասար է 0-ի, իսկ մեջտեղում՝ առավելագույնի: Սա պայմանավորված է նրանով, որ բեռնվածությունը փոքրանում է մետաղաթելի վրա ազդող շոշափող լարման ուղղությամբ՝ մայրակի և մետաղաթելի բաժանման մակերևույթի սահմանում: Դրա համար մետաղաթելը պետք է ամուր կապված լինի մայրակի հետ [4]: d_p տրամագծով գլանաձև մետաղաթելի ծայրից X հեռավորության վրա σ_x ձգմանն τ շոշափող լարմաների միջև գործում է հետևյալ կապը [5]՝

$$\sigma_x \frac{\pi d_p^2}{4} = \tau \pi d_p X : \quad (8)$$

Եթե հաշվենք, որ $\sigma = \text{const}$, ապա ստացվում է գծային կախվածություն՝

$$\sigma_x = \frac{4\tau X}{d_p} : \quad (9)$$

Մետաղաթելում ձգման լարումը հասնում է մեծագույն արժեքի մետաղաթելի ծայրից x_0 հեռավորության վրա, որից հետո այն դառնում է հաստատուն: Մետաղաթելի σ_{x0} դեֆորմացումը σ_{x0} -ի ամենամեծ արժեքի դեպքում որոշվում է հետևյալ բանաձևով [6]՝

$$\varepsilon = \frac{\sigma_{x0}}{qE}, \quad (10)$$

որտեղ q -ն ուղղիչ գործակիցն է Յունգի E մոդուլի հնարավոր փոփոխության և մեծ դեֆորմացման դեպքում: Մետաղաթելի ծայրից x_0 -ից մեծ հեռավորության դեպքում մայրակի և մետաղաթելի միջև հարաբերական սահք գոյություն չունի: (9) և (10) հավասարումներից հետևում է, որ

$$x_0 = \frac{\sigma_{x0} d_p}{4\sigma} : \quad (11)$$

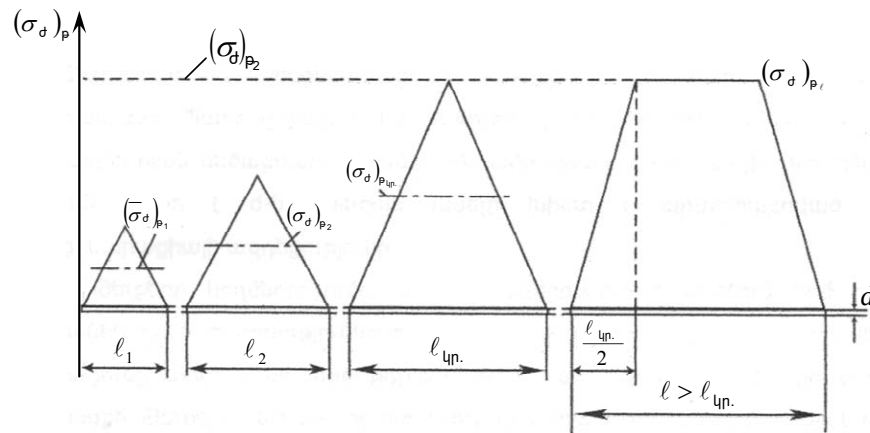
Ընդ որում՝ $\sigma_{x0} = \sigma_p$ դեպքում ստացվում է մետաղաթելի կրիտիկական երկարությունը՝

$$L = \frac{d_p \sigma_p}{2\tau} = 2x_0 : \quad (12)$$

Եթե մետաղաթելի երկարությունը փոքր է կրիտիկականից, ապա նյութը կարող է քայքայվել մայրակի միջով, թելիկների դուրսհանման հետևանքով:

Կրեկը և Բրաուտմանն առաջարկել են մետաղաթելի կրիտիկական երկարության համար ընդունել այնպիսի պայմանական երկարություն, որի դեպքում մետա-

դաթելը կարողանա կրել 97% լարվածություն: Մետաղաթելի տարբեր երկարությունների դեպքում ձգման լարվածության էպյուրը բերված է նկ. 2-ում [4]: Ինչպես երևում է նկարից, մետաղաթելի երկարությունը մեծացնելիս ձգող լարումները մետաղաթելի մեջտեղում մեծանում են, և երբ $\ell = \ell_{կր}$, ապա այն հասնում է մեծագույն արժեքի՝ հավասարվելով $(\sigma_{\sigma})_{pmax}$: $\ell_{կր} < \ell$ դեպքում մետաղաթելի ամենամեծ ամրությունը մեջտեղում մնում է անփոփոխ, բայց մեծանում է այն տեղամասը, որտեղ ազդում են այդ լարումները:



Նկ.2. Կոմպոզիցիոն նյութի ձգման ժամանակ միջին լարվածության բաշխվածությունը՝ կախված մետաղաթելի երկարությունից [8]

Փորձնական հետազոտության արդյունքում, ինչպես նաև աշխատանք [7]-ում նշվում է, որ $\ell/\ell_{կր}=10$ դեպքում կոմպոզիցիոն նյութերի ամրությունը կազմում է անընդմեջ ամրանավորող մետաղաթելերով ամրանավորված կոմպոզիցիոն նյութերի ամրության 95%-ը: Դիսկրետ և $\ell/\ell_{կր}$ մետաղաթելով ամրանավորված կոմպոզիցիոն նյութերի ամրության գնահատման համար օգտագործվում է արտահայտություն, որը հաշվի է առնում մետաղաթելի ծավալային կոնցենտրացիայի և նրա երկարության [1, 8] միաժամանակյա ազդեցությունը, համաձայն որի.

$$(\sigma_{\sigma})_{\ell} = (\sigma_{\sigma})_p V_p \left[1 - (1 - \beta) \frac{\ell_{կր}}{\ell} \right] + \sigma_{\sigma} (1 - V_p), \text{ երբ } 1 \geq V_p \geq V_{կր}, \quad (13)$$

$$(\sigma_{\sigma})_{\ell} = (\sigma_{\sigma})_{\sigma} (1 - V_p) + \frac{\ell_{կր}}{\ell} \beta V_p (\sigma_{\sigma})_p, \text{ երբ } 0 \leq V_p \leq V_{կր}, \quad (14)$$

որտեղ β -ն մեկից փոքր գործակից է, իսկ ℓ -ը՝ մետաղաթելի երկարությունը: Իդեալական պլաստիկ մայրակի դեպքում, երբ շոշափող լարումները հավասար են հոսունության սահմանին, $\beta=0,5$ [9]: Այս դեպքում՝

$$V_{\text{կր}} = \frac{(\sigma_{\text{d}})_{\text{d}} - \sigma_{\text{d}}}{(\sigma_{\text{d}})_{\text{p}} \left[1 - (1 - \beta) \frac{\ell}{\ell_{\text{կր}}} \right] - \sigma_{\text{d}}} : \quad (15)$$

Կոմպոզիցիոն նյութերի ամրության վրա մետաղաթելի ℓ/d հարաբերության ազդեցությունը մանրամասն ուսումնասիրվել է $0,075$ մմ տրամագիծ ունեցող պողպատյա (Ст.55) դիսկրետ մետաղաթելերով պղնձյա ամրանավորված կոմպոզիցիոն նյութերի միջոցով, որոնք ստացվել են բովախառնուրդի պատրաստման, սառը մամլման, $850...900^{\circ}\text{C}$ ջերմաստիճանում ջրածնի միջավայրում եռակալման և $\ell=4$ արտամղման գործակցով տաք արտամղման ճանապարհով: Բացահայտվել է, որ դիսկրետ և չկողմնորոշված մետաղաթելերով նյութերի ամրությունը միշտ ցածր է չկտրտված (անընդհատ) մետաղաթելերով կոմպոզիցիոն նյութերի ամրությունից, ընդ որում, ամենամեծ ամրությունը ստացվում է, երբ $\ell/d \approx 100$ (նկ. 3): Միաժամանակ, մետաղաթելի հաստատուն երկարության դեպքում մետաղաթելի բաղադրության մեծացումը հանգեցնում է կոմպոզիցիոն նյութերի ամրության մեծացմանը, ընդ որում, որքան փոքր է մետաղաթելի տրամագիծը, այնքան մեծ է կոմպոզիցիոն նյութի ամրությունը:

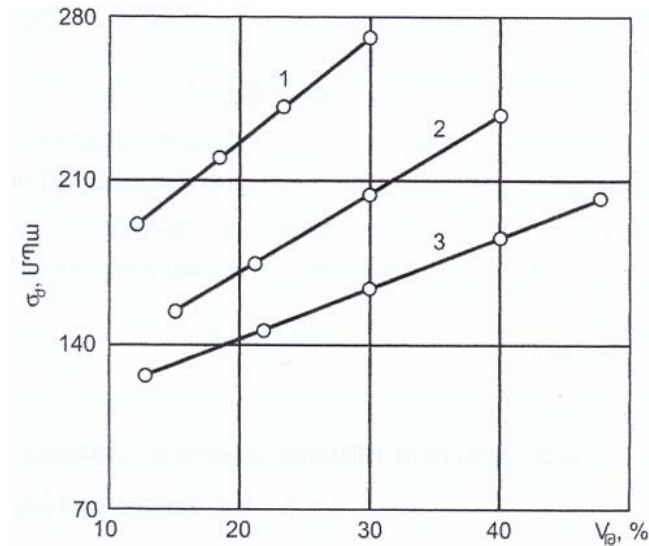
Ինչպես արդեն նշվեց, ամենամեծ ամրացումը ստացվում է, երբ մետաղաթելն ուղղված է լարման առանցքի ուղղությամբ: Եթե մետաղաթելն ուղղահայաց է բաշխված բեռնվածության ուղղությանը, ապա կոմպոզիցիոն նյութերի ամրությունը ստացվում է ամենափոքրը, իսկ 45° անկյան դեպքում ունենում է $75...80\%$ արժեք՝ ամենամեծ ամրության համեմատ: Բեռնավորման ուղղությունից շեղված մետաղաթելը ենթարկվում է 3 տիպի քայքայման (նկ. 4):

θ անկյան ոչ շատ մեծ արժեքների դեպքում քայքայումը տեղի է ունենում մետաղաթելի կտրման ճանապարհով: Այս դեպքում կոմպոզիցիոն նյութի ամրությունը որոշվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$\sigma_{\text{կ}} = \frac{\sigma_0}{\cos^2 \theta}, \quad (16)$$

որտեղ σ_0 -ն կոմպոզիցիոն նյութի ամրությունն է $\theta=0$ դեպքում, իսկ θ -ն՝ մետաղաթելի առանցքի և կիրառված լարման միջև կազմված անկյունը: Եթե θ -ի արժեքը փոքր է (նկ.4, կոր 1), ապա θ -ի մեծացումից ամրությունը կարող է մեծանալ: Սակայն փորձերը ցույց են տալիս, որ այդ անկյունները չեն գերազանցում մի քանի աստիճանը: θ միջին արժեքի դեպքում կոմպոզիցիոն նյութի քայքայումը կատարվում է մայրակի

այն հատույթներով, որոնք գուցահեռ են մետաղաթելերին կամ բաժանման մակերևույթին:



Նկ.3. Պղնձի հիմքով 0,075 մմ տրամագիծ ունեցող պողպատյա (Ст.55) թելերով ամրանավորված կոմպոզիցիոն նյութի ամրության կախվածությունը մետաղաթելի ծավալային պարունակությունից և կողմնորոշվածությունից՝

1 - անընդհատ մետաղաթելերով ամրանավորված, 2 - ընդհատվող և կողմնորոշված մետաղաթելերով ամրանավորված, 3 - ազատ կողմնորոշված մետաղաթելերով ամրանավորված

Այդ դեպքում կոմպոզիցիոն նյութի ամրությունը որոշվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$\sigma_{\text{կ}} = \frac{\tau'_{\text{ս}}}{\sin \theta \cos \theta}, \quad (17)$$

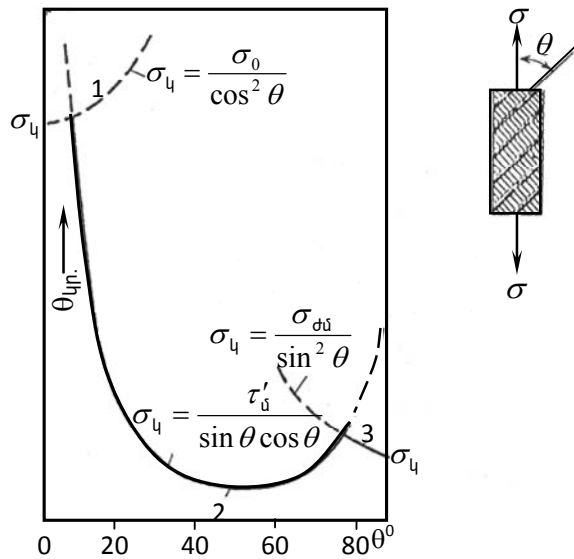
որտեղ $\tau'_{\text{ս}}$ –ը մայրակի ամրության սահմանն է սահքի դեֆորմացման ժամանակ: Մեծ անկյունների շեղումների դեպքում կոմպոզիցիոն նյութը քայքայվում է կամ մայրակի խզման ճանապարհով՝ մետաղաթելի մակերևույթին ուղղահայաց ուղղությամբ, կամ մակերևույթների բաժանման տեղամասում: Այդ դեպքում կոմպոզիցիոն նյութի ամրությունը կլինի՝

$$\sigma_{\text{կ}} = \frac{\sigma_{\text{ժճ}}}{\sin^2 \theta}, \quad (18)$$

որտեղ $\sigma_{\text{ժճ}}$ –ը մայրակի ամրության սահմանն է ձգման ժամանակ: Գոյություն ունի կրիտիկական անկյուն՝

$$\theta_{\text{կր}} = \arctg \frac{1,5\tau'_{\text{ս}}}{\tau_{\text{կ}}}, \quad (19)$$

որից բարձրի դեպքում ամրությունը միանգամից իջնում է, ընդ որում, դա կատարվում է θ -ի մեծացմանը զուգընթաց:



Նկ.4. Կոմպոզիցիոն նյութի ամրության կախվածությունը մետաղաթելի կողմնորոշման անկյունից.

1 – կառուցված է (16) կախվածության հիման վրա, 2 – կառուցված է (17) կախվածության հիման վրա, 3 – կառուցված է (18) կախվածության հիման վրա

Այսպիսով, մետաղները դիսկրետ մետաղաթելերով ամրանավորելու դեպքում մետաղաթելի կողմնորոշվածությունը և կրիտիկական երկարությունն ունեն կարևոր նշանակություն կոմպոզիցիոն նյութի հատկությունների ձևավորման գործընթացում:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. Композиционные материалы волокнистого строения / Под ред. **И.Н. Францевича, Д.М. Карпиноса**. - Киев: Наукова думка, 1970. - 403 с.
2. **Карпинос Д.М., Тучинский Л.И., Вишняков Л.Р.** Новые композиционные материалы. - Киев: Вища школа, 1979. - 312 с.
3. **Kelly A.** The strengthening of metals Ry Dispersed Particles // Proc. Roy. Soc. - 1964.
4. Современные композиционные материалы / Пер. с англ.; Под ред. **Л. Браутмана, Р. Крока**. - М.: Мир, 1970. - 672 с.
5. **Diet A.G.** Fiberglass Reinforced Plastics. - N.U., Reinhold Publ. Corp., 1954.

6. Cottrell A.H. Strong solids // Proc. Roy. Soc. - 1964.
7. Волокнистые композиционные материалы / Пер. с англ.; Под ред. С.З. Бокштейна.- М.: Мир, 1967.- 282 с.
8. Kovacs W.J., London G.J. Synthesis and materials characterization of beryllium/ Ti-6Al-4V/ composites // Met. Trans.- 1977.- A8, №1.-P. 179-185.
9. Карпинос Д.М., Тучинский Л.И. Металлы, армированные волокнами (МAB) // Порошковая металлургия.- 1968.-№7.-С. 37-48.

ՀղձՀ (Պոլիտեխնիկ): Նյութերիկայացվել է խմբագրություն 11.04.2012:

С.Г. АГБАЛЯН, Г.А. ВАСИЛЯН, А.Р. САРГСЯН

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ АРМИРОВАННЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

На основании комплексных исследований выявлены теоретические и технологические особенности получения композиционных материалов, армированных металлическими волокнами, в том числе зависимость прочности растяжения композиционных материалов от объемной доли волокна, длины, ориентации в направлении оси и др. Показано, что при армировании металла с дискретными волокнами важное значение имеют ориентация волокна и критическая длина в процессе формирования свойств композиционных материалов.

Ключевые слова: композиционный материал, порошковая металлургия, волокно, матрица, деформация, горячее выдавливание, растяжение, сжатие, анизотропия.

S.G. AGHBALYAN, G.A. VASILYAN, A.R. SARGSYAN

THEORETICAL AND TECHNOLOGICAL CHARACTERISTICS OF OBTAINING REINFORCED COMPOSITIONAL MATERIALS

Based on comprehensive research the theoretical and technological characteristics of obtaining composite materials reinforced with metal including tensile strength dependence of composite materials on the volume fraction of fiber length and orientation in the direction of the axis, etc fibers are substantiated. It is indicated that while reinforcing metal with discrete fibers, fiber orientation and the critical length in the formation of composite materials properties are of special importance.

Keywords: composite material, powder metallurgy, fiber, matrix, deformation, hot extrusion, tension, compression, anisotropy.