

Հ.Ս. ՊԵՏՐՈՍՅԱՆ, Տ.Հ. ԱՖԴԻԿՅԱՆ

**ԵՐԿԱՅՆԱԿԱՆ ՈՒՂՂՈՒԹՅԱՄԲ ԱՄՐԱՆԱՎՈՐՎԱԾ ԵՎ ԱԼՄԱՍՏԱՅԻՆ
ՀԱՏԻԿՆԵՐՈՎ ԼԵԳԻՐՎԱԾ ԿՈՄՊՈԶԻՏԱՅԻՆ ՆՅՈՒԹԵՐԻ ՏԱՔ ԱՐՏԱՄՂՄԱՆ
ԳՈՐԾՆԹԱՅԻ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒՄԸ**

Հաստատված է, որ թելքերով ամրանավորումը հնարավորություն է տալիս՝ ստանալու կոմպոզիտային նյութերի առավել արդյունավետ ամրություն մետաղական, ինչպես նաև ոչ մետաղական մայրակի համակարգերում: Կոմպոզիտային նյութի անհրաժեշտ համալիր ֆիզիկամեխանիկական հատկությունների ստացման համար առավել նախընտրելի է ընդհատվող թելքերով կամ հատիկներով ամրանավորումը: Դուրս է բերված մոդելային նմուշների արտամոման օրինաչափությունների կախվածությունը արտամոմից առաջ թելքի երկարության ու տրամագծի (ℓ_0 / d_0) հարաբերությունից և λ արտամոման գործակցից: Մշակվել է կոմպոզիտային նյութի արտամոմամբ ստացման տեխնոլոգիա: Հետազոտված են նաև ալմաստահղկանյութային գործիքներում ալմաստակիր շերտի ներքին կառուցվածքի բարելավումը արտամոման որոշակի ռեժիմների դեպքում, ինչը նպաստում է գործիքի բանվորական մակերևույթի բարձր աշխատունակության ստացմանը:

Առանցքային բառեր. կոմպոզիտային նյութեր, մայրակ, պողպատ, թելք, արտամոմ, կողմնորոշում, ալմաստափոշի, ամրություն, պլաստիկություն:

Ներածություն: Գիտատեխնիկական առաջընթացը բարձր պահանջներ է ներկայացնում նյութերին: Առաջին հերթին դա վերաբերում է այն նյութերին, որոնք օգտագործվում են դինամիկ կոնստրուկցիաներում: Կոմպոզիտային նյութը ներկայացնում է բարձրամուր նյութ, որը ստացվում է ամրանավորող բաղադրիչի և երկրորդ՝ մայրակի միավորումից, որը թույլ է տալիս իրականացնել պահանջվող ինժեներական կոնստրուկցիայի պատրաստումը և ներքին լարումների փոխանցումը ամրանավորող բաղադրիչին:

Կոմպոզիտային նյութն իր բնույթով բաղկացած է երկու կամ ավելի ֆազերից: Այդ ֆազերը պետք է լինեն համատեղելի ինչպես ֆիզիկականորեն, այնպես էլ քիմիապես [1]:

Մետաղական մայրակով կոմպոզիտային նյութն ունի մի շարք առավելություններ, որոնք կարևոր նշանակություն ունեն կոնստրուկցիոն նյութերի օգտագործման դեպքում: Այս առավելությունները գոյանում են հատկությունների հետևյալ համակցության շնորհիվ՝ բարձր ամրության, բարձր առաձգականության մոդուլի, հարվածային մածուցիկության, ցածր ջերմազգայնության, բարձր մա-

կերևութային կայունության և մակերևութային արատների նկատմամբ ցածր զգայնությամբ, բարձր էլեկտրա- և ջերմահաղորդականությամբ, հատկությունների լավ վերարտադրելիությամբ: Մայրակի ամրությունը հատկապես կարևոր է կոմպոզիտային նյութի այն տեղամասերում, որոնք գտնվում են ամրանավորող բաղադրիչից հեռու (ամրանավորող ֆազը գտնվում է առանցքի նկատմամբ որոշակի անկյան տակ): Հաստատված է, որ թելքերով ամրանավորումը հնարավորություն է տալիս ստանալու առավել արդյունավետ ամրություն մետաղական մայրակի համակարգերում: Ամրանավորող բաղադրիչներից պահանջվում է թելքի բարձր ամրություն, բարձր առաձգականության մոդուլ, պատրաստման պարզություն և ցածր արժեք, լավ քիմիական կայունություն, հատկությունների կայունություն, վնասվածքների կամ քայքայման նկատմամբ դիմադրություն:

Հետազոտությունների նպատակն է բացահայտել մայրակի նյութի մեջ ամրանավորող ֆազի կողմնորոշման արդյունավետությունը՝ կոմպոզիտային նյութի անհրաժեշտ համալիր ֆիզիկա-մեխանիկական հատկությունների ստացման համար:

Մակ Դենիելսը և մյուսները [2] բաղադրիչի հատկությունների և կոմպոզիտի ամրության միջև կապի համար օգտագործել են հետևյալ արտահայտությունը.

$$\sigma_{ij}^* = \sigma_p V_p + \sigma_u V_u, \quad (1)$$

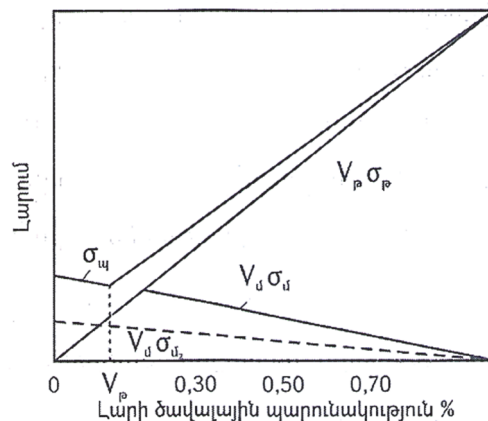
որտեղ σ_{ij}^* -ն կոմպոզիտային նյութի ամրության սահմանն է՝ արտահայտված լարվածությամբ, σ_p -ն՝ բոլոր թելքերի վրա միջին լարվածությունը, σ_u -ն՝ քայքայման ժամանակ մայրակի միջին լարվածությունը, V_p և V_u - ն թելքի և մայրակի ծավալային չափը: Եթե բացակայում է ծակոտկենությունը կամ երրորդ ֆազը, ապա՝

$$V_p + V_u = 1:$$

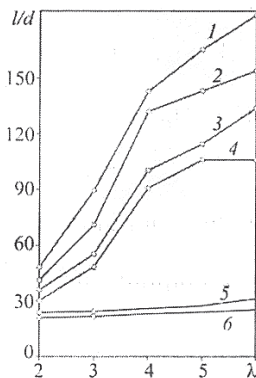
Խնդրի դրվածքը և մեթոդիկայի հիմնավորումը. Փորձերի ժամանակ որպես հիմնական նյութ օգտագործվել է «Պողպատ-40» մակնիշի մետաղալարը, իսկ որպես մայրակի նյութ՝ երկաթի և պղնձի մետաղափոշիները: Հայտնի, որ եթե բոլոր թելքերն ունեն միևնույն ամրությունը, իսկ մայրակը թելքերի քայքայման դեպքում չի կարող դիմադրել բեռնվածությանը, ապա σ_p կարող է հավասարվել թելքի միջին ամրությանը, իսկ σ_u որոշվում է դեֆորմացիայի ժամանակ մայրակի լարվածությամբ, որը հավասար է քայքայման ժամանակ թելքի դեֆորմացիային: Այս դեպքը ուսումնասիրվել է Մակ Դենիելսի և մյուսների կողմից վոլֆրամի թելք և պղնձե մայրակ համակարգում [2], համաձայն որի.

$$\sigma_{ij} = V_p \sigma_{p1} + V_u \sigma_u: \quad (2)$$

Նկ. 1-ում ներկայացված է կոմպոզիտային նյութի ամրության կախվածությունը թելքի ծավալային պարունակությունից: Ամրանավորված թելքերի փոքր ծավալային մասի դեպքում մայրակը կարող է դիմանալ բեռնվածությանը այն բանից հետո, երբ բոլոր թելքերը կքայքայվեն: Այս տեսանկյունից կոմպոզիտային նյութի անհրաժեշտ համալիր ֆիզիկամեխանիկական հատկությունների ստացման համար առավել նախընտրելի է ընդհատվող թելքերով ամրանավորումը (նկ. 2 և 3):



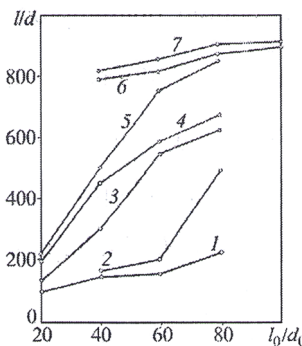
Նկ. 1. Պլաստիկ մայրակում փխրուն թելքի ամրության ադիտիվության օրենքը



Նկ. 2. Cu-պողպատ-40 կոմպոզիտային նյութի թելքերի երկարացումն արտամղումից հետո տարբեր աստիճանի դեֆորմացիան դեպքում. $\lambda : l_0 / d_0 = 20$; մայրակի անկյունը $\beta = 60^\circ$; թելքի նախնական կողմնորոշման անկյունը հավասար է՝

1- $\alpha_u = 0^\circ$; 2- $\alpha_u = 30^\circ$; 3- $\alpha_u = 60^\circ$;

4- $\alpha_u = 150^\circ$; 5- $\alpha_u = 120^\circ$; 6- $\alpha_u = 90^\circ$



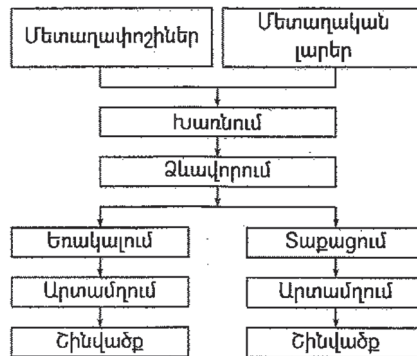
Նկ. 3. Արտամղումից հետո տարբեր կոմպոզիցիաներում թելքերի l/d բաշխվածությունը. 1, 3 – Cu-պողպատ-40; 2, 5, 6 – Fe-պողպատ-40; 4 – Fe-Cu*;

1- $\alpha_u = 150^\circ$; 2- 60° ; 3-5- 30° ; 6-7- 0° ; $\beta = 60^\circ$;

$\lambda = 4$

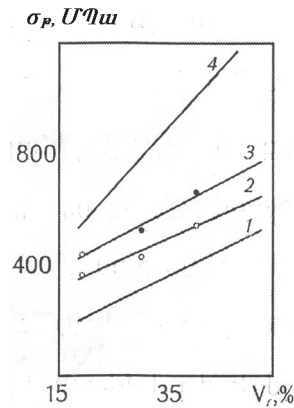
Հետազոտության արդյունքները. Հետազոտվել է մոդելային նմուշների արտամղման օրինաչափությունների կախվածությունը ℓ_0/d_0 հարաբերությունից (ℓ_0/d_0 -արտամղումից առաջ երկարությունը և տրամագիծը) և λ արտամղման գործակցից, որոնք ստացվել են նկ. 4-ում բերված տեխնոլոգիայով:

Արտամղման ջերմաստիճանը պղնձե նմուշների համար $t_w = 850^\circ C$, երկաթե նմուշների համար $t_w = 1100^\circ C$, տաքացման տևողությունը՝ $\tau_w = 15...20$ ր (նկ. 4)



Նկ. 4. Կոմպոզիտային նյութի արտամղմամբ ստացման տեխնոլոգիան

Նկ. 3-ում բերված 1-7 կորերի վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ ℓ_0/d_0 մեծացման ժամանակ արտամղման ընթացքում թելքերը երկարում են, այսինքն ℓ/d մեծանում է: Բոլոր արժեքների համար $\ell_0/d_0 = 20...100$ և $\lambda_u = 0...150^\circ$ ամենացածր հարաբերությանը $\ell_0/d_0 = 20$ համապատասխանում է $\ell/d = 100$ [3]: Դա հիմք է հանդիսանում պնդելու, որ սկզբնական ℓ_0/d_0 կարելի է ընդունել $\ell_0/d_0 = 20$, քանի որ արտամղումից հետո այս արժեքը մեծանում է և ձգտում $\ell/d = 80...100$: Այսպիսի արժեքների դեպքում ամրային հատկությունները առավելագույն են և մոտ են չընդհատվող թելքերով կոմպոզիտային նյութերին: Ակնհայտ է՝ որքան փոքր է ℓ_0/d_0 արժեքը, այնքան հեշտ է լուծվում բովախառնուրդի պատրաստման հարցը: Փոշու դեֆորմացիան և թելքի երկարությունը համաչափելի են: Հետևապես՝ որքան փոքր է ℓ_0/d_0 , այնքան հեշտ է իրականացվում թելքի կողմնորոշվածությունը արտամղման ուղղությամբ: Դա կշանակում է, որ կոմպոզիտային նյութի ամրային հատկություններն աճում են (նկ. 5):



Նկ. 5. Չուլման ժամանակ թելքի ծավալային V_f պարունակության կախվածությունը կոմպոզիտային նյութի ամրային հատկություններից. 1, 4 – պղնձե հիմքով նյութերի հաշվարկային արժեքները, ամրանավորված պողպատե ($\sigma_{\text{վ}}=1000$ Մպա) և վոլֆրամի ($\sigma_{\text{վ}}=2200$ ՄՊա) թելքերով; 2, 3 – փորձարարական տվյալներ Cu-պողպատ 40* և Cu-Mo* արտամղված կոմպոզիտային նյութի համար

Արտամղման ժամանակ թելքի երկարացումը նշանակալիորեն փոքրացնում է նրանց տրամագիծը: Դա մի կողմից՝ մեծացնում է նրանց ամրությունը, մյուս կողմից՝ թույլ է տալիս օգտագործել մեծ տրամաչափի մետաղալարեր (աղ. 1) (կամ թելքանման բեղիկներ), ինչը ավելի էժան է:

Աղյուսակ 1

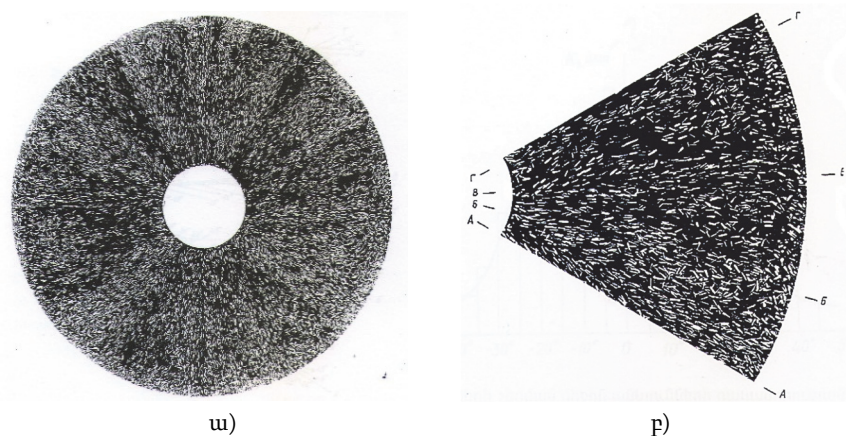
Կոմպոզիցիայի և մայրակի նյութի մեխանիկական հատկությունները՝ ստացված լավարկված արտամղման պայմաններում

Նյութ	χ , մկմ	$(\sigma_{\text{բ}})_{\psi}$, ՄՊա	δ , %	ψ , %	Փոխադրեցության 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

Որպես վերոհիշյալ հետազոտությունների գործնական դրսևորում հետազոտվել են նաև ալմաստահղկանյութային գործիքներում ալմաստակիր շերտի ներքին կառուցվածքն ըստ արտամղման բարելավված ռեժիմների կիրառման, որը հանգեցնում է գործիքի բանվորական մակերևույթի բարձր աշխատունակության:

Շուկայական տնտեսության պայմաններում սուր են դրված մեքենաների մասերի մեխանիկական մշակման ինքնարժեքի նվազեցման խնդիրները: Ալմաստահղկանյութային գործիքներում ալմաստի ֆիզիկա-մեխանիկական հատկություններն օգտագործվում են ոչ արդյունավետ, որի պատճառը ալմաստակիր շերտի աշխատանքային մակերևույթի կառուցվածքի անկատարությունն է:

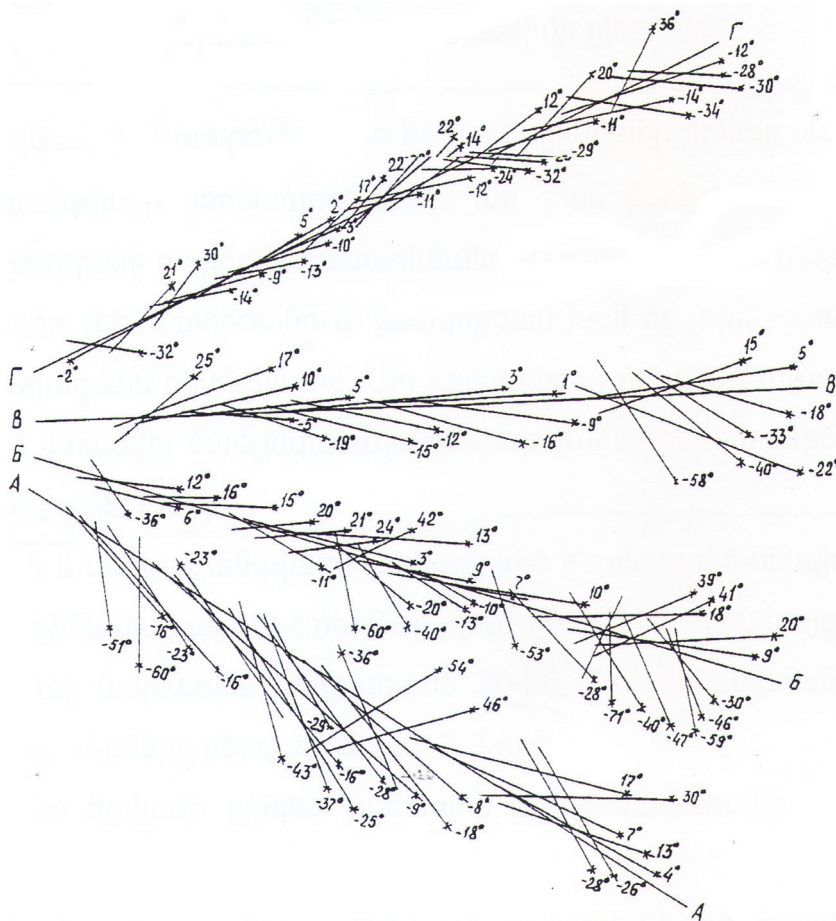
Ալմաստակիր շերտում հղկահատիկների կողմնորոշումը հնարավորություն է տալիս փոխել հղկասկավառակի աշխատանքային մակերևույթների ռելիեֆը և դեկավարել ալմաստակիր շերտի ներքին կառուցվածքը, միաժամանակ բարձրացնել նրա աշխատունակության բնութագրերը: Բացահայտված է, որ ալմաստային հատիկների կողմնորոշման հայտնի մեթոդներից ամենաառավելագույնը ալմաստակիր շերտի ձևավորումն է արտամղման ճանապարհով, որի դեպքում հղկահատիկները ինքնաբերաբար կողմնորոշվում են կապակցանյութի պլաստիկ հոսքի երկարությամբ (նկ. 6): Նկ. 7-ում ցույց են տրված ալմաստային հատիկների առանցքների անկյան շեղումները շառավղի ուղղությամբ:



Նկ. 6. Արտամղված հղկասկավառակի ծավալում չդեֆորմացվող մասնիկների կողմնորոշումը (ա) և արտամղված հղկասկավառակի սեզմենտը (բ)

Փորձարարական հետազոտության արդյունքում պարզվել է, որ ալմաստափոշու 80/63...250/200 հատիկայնությամբ հղկասկավառակներում կտրման գործընթացին մասնակցող կտրող հատիկների քանակը 1,4...1,6 անգամ մեծ է մամլման եղանակով ստացված հղկասկավառակների հատիկների թվից [4]:

Արտամղմամբ ստացված հղկասկավառակների աշխատունակության հետազոտության արդյունքում պարզվել է, որ շնորհիվ հատիկների կողմնորոշման և ալմաստակիր շերտի կարծրության ու համասեռության մեծացման, տեղի են ունենում կտրման ուժերի փոքրացում 24...30%-ով և կտրման ջերմաստիճանի փոքրացում ~2,3%-ով, հղկման արդյունավետ հզորության փոքրացում ~26%-ով:



Նկ. 7. Ալմաստային հատիկների առանցքների շեղումները շառավղի ուղղությամբ

Համեմատության համար վերցվել են 1A1 տիպի չորս հղկասկավառակներ, յուրաքանչյուրը 150x20x5 մմ չափսի, 125/100 հատիկայնությամբ, AC15 ալմաստներով, B2-01 կապակցանյութով, 100% կոնցենտրացիայով:

Փորձերի արդյունքները բերված են աղ. 2-ում [5, 6], որտեղից երևում է, որ կողմնորոշված հատիկներով պատրաստված հղկասկավառակներով մշակման ժամանակ կտրմանը մասնակցում են մեծ քանակությամբ սուր գագաթներով ալմաստե հատիկներ, և հետևաբար՝ մշակվող մակերևույթի մաքրությունը բարձր է, քան ավանդական հղկասկավառակներով մշակման ժամանակ:

Հղկասկավառակների որակի և աշխատունակության վրա մեծ ազդեցություն է ունենում հատիկների բաշխվածության համասեռությունը (աղ. 2):

*Կողմնորոշված և քառասյին դասավորված հատիկներով պատրաստված
հղկասկավառակների աշխատանքային մակերևույթի վրա սուր գագաթներով
հատիկների քանակը*

Հատիկների քանակը								
	Կողմնորոշված հատիկներով հղկասկավառակներ				Ավանդական հղկասկավառակներ			
	սուր գագաթներով հատիկների քանակը				սուր գագաթներով հատիկների քանակը			
	1	2	3	4	1	2	3	4
1	114	124	112	116	43	35	37	40
2	121	119	118	123	32	38	34	31
3	117	115	121	109	46	42	36	35
4	112	128	113	120	43	39	33	41
5	111	117	129	122	34	32	46	38

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

Փորձնական եղանակով հետազոտվել են արտամղմամբ ստացված կողմնորոշված ալմաստային հատիկներով 1A1 տիպի հարթ-պարագծային և բազային հղկասկավառակների աշխատանքային մակերևույթները: Ցույց է տրված, որ ասեղնաձև հատիկների քանակը կողմնորոշված հատիկներով հղկաքարի աշխատանքային մակերևույթի վրա մոտ 3 անգամ ավելի է, քան ավանդական տեխնոլոգիայով ստացված հղկասկավառակների աշխատանքային մակերևույթներում:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Карпинос Д.М., Тучинский Л.И., Вишняков Л.Р.** Новые композиционные материалы. – Киев: Вища школа, 1977. – 312 с.
2. Современные композиционные материалы / Под ред. **И.Л. Светлова**. – М.: Мир, 1970. – 672 с.
3. **Гукасян В.С., Петросян А.С.** Исследование механических свойств композиционных материалов, армированных дискретными волокнами // Заготовительные производства в машиностроении. – 2009. – N 4. – С. 41-47.
4. **Աֆրիկյան Տ.Տ.** Կողմնորոշված ալմաստե հատիկներով հղկաքարի ստացման տեխնոլոգիայի հետազոտումը // ՀԱՊՀ Լրաբեր. - Երևան, 2011. – Հատ. 8, N 2. - Էջ 348-351:

5. **Григорян М.А.** Повышение износостойкости и срока службы алмазно-абразивного инструмента // Металлообработка.- 2005. - N 5. – С. 2-5.
6. **Мудыков А.В., Логинский В.А.** Прогрессивные технологии изготовления алмазных инструментов // Современное машиностроение: Сборник трудов молодых ученых. – Вып. 1. – СПб., 2006. – С. 45-46.

Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարան: Նյութը ներկայացվել է խմբագրություն 03.12.2019:

А.С. ПЕТРОСЯН, Т.Г. АФРИКЯН

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГОРЯЧЕГО ВЫДАВЛИВАНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, АРМИРОВАННЫХ В ПРОДОЛЬНОМ НАПРАВЛЕНИИ И ЛЕГИРОВАННЫХ АЛМАЗНЫМИ ЗЕРНАМИ

Установлено, что упрочнение волокнами дает возможность получения более эффективной прочности композиционных материалов в системах металлических и неметаллических матриц. Для получения требуемых физико-механических свойств более предпочтительным является метод упрочнения дискретными волокнами или зернами. Выведена для отдельных образцов зависимость закономерностей экструзии от начальных параметров волокон ℓ_0 / d_0 и коэффициента экструзии λ . Разработана технология получения композиционного материала экструзией. Исследована также внутренняя структура алмазонасного инструмента при использовании определенных режимов экструзии, что приводит к высокой работоспособности рабочей поверхности инструмента.

Ключевые слова: композиционный материал, матрица, сталь, волокно, экструзия, ориентация, алмазный порошок, прочность, пластичность.

H.S. PETROSYAN, T.H. AFRIKYAN

STUDY OF THE PROCESSES OF HOT EXTRUSION OF COMPOSITE MATERIALS REINFORCED IN THE LONGITUDINAL DIRECTION AND ALLOYED WITH DIAMOND GRAINS

It has been established that fiber hardening makes it possible to obtain a more effective strength of composite materials in metallic and non-metallic matrix systems. To obtain the required physical and mechanical properties, hardening with discrete fibers or grains is preferable. The dependence of the laws of extrusion on the initial parameters of the fibers ℓ_0 / d_0 and on the extrusion coefficient λ is revealed on individual samples. The technology for producing a composite material by extrusion has been developed. The internal structure of the diamond-bearing tool at using certain extrusion modes is studied which leads to a high working capacity of the working surface of the tool.

Keywords: composite material, matrix, steel, fiber, extrusion, orientation, diamond powder, urgency, ductility.