

Ս.Գ. ԱՂԲԱԼՅԱՆ, Ա.Ս. ԱՂԲԱԼՅԱՆ, Ն.Ա. ՕՐԴՅԱՆ, Խ.Վ. ՊՈՂՈՍՅԱՆ

ՀԱԼՈԳԵՆԱՑԻՆ ՄԻՋԱՎԱՅՐՈՒՄ ԱԼՄԱՍՏԱՑԻՆ ՀԱՏԻԿՆԵՐԻ

ՄԵՏԱՂԱՊԱՏՄԱՆ ԳՈՐԾԸՆԹԱՑԻ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒՄԸ

Բացահայտվել են մետաղապատման գործընթացի հիմնական օրինաչափությունները՝ կախված տեխնոլոգիական պարամետրերից, որոնց օպտիմալացումը կատարվել է փորձի մաթեմատիկական պլանավորման և արդյունքների մշակման մեթոդով: Ցույց է տրվել, որ մետաղապատման ջերմաստիճանի, տևողության և NH_4Cl -ի քանակության մեծացման դեպքում տեղի է ունենում մետաղապատված ալմաստային հատիկի ծածկույթի հաստության և ամրության 1,5...2,0 անգամ մեծացում: Ուսումնասիրվել են ծածկույթի ֆազային կառուցվածքը և նրա փոխազդեցությունը կապակցանյութի հետ: Բացահայտվել է, որ «կապակցանյութ-ծածկույթ» սահմանում տեղի է ունենում մետաղների դիֆուզիա, ապա-հովելով սահմանային ֆազերի միջև ուժեղ կապ, որը հանգեցնում է կապակցանյութի միջոցով ալմաստային հատիկների բռնողականության մեծացման:

Առանցքային բառեր. ալմաստային հատիկ, հալոգենային միջավայր, նյութատեղափոխություն, մետաղապատում, ծածկույթ, կապակցանյութ, գործիք, ամրություն, մաշակայունություն, միկրոկառուցվածք:

Ներածություն. Հայաստանի Հանրապետության ընդերքը հարուստ է տարբեր տեսակի շինարարական քարերով, որոնց արդյունահանումը և մշակումը հիմնականում իրականացվում է ալմաստային գործիքներով: Դրանց ներկայացվող պահանջներն են՝ բարձր արտադրողականությունը, օգտագործման արդյունավետությունը, հուսալիությունը և կայունությունը: Ուստի նշված պահանջները բավարարող նոր գործիքների ստեղծումը խիստ արդիական խնդիր է:

Մառը մամլման և հետագա տոգորման եղանակով պատրաստվող գործիքների՝ ալմաստային հատիկները պահող հատկությունը հիմնականում կախված է շինվածքի մամլման գործընթացում կապակցանյութը կազմող փոշու միջոցով ալմաստային հատիկների շրջասեղմման աստիճանից: Խիտ, փոքր ծակոտկենություն ապահովող մամլումն ապահովում է շրջասեղմման բարձր աստիճան, իսկ այս եղանակով պատրաստված գործիքները ցուցաբերում են բարձր մաշակայունություն: Գործիքում ալմաստային հատիկների ամրացման արդյունավետության բարձրացման համար դրանք նախօրոք պետք է ենթարկվեն մետաղապատման, որը հնարավորություն կտա բարձրացնել ոչ միայն ալմաստի հատիկի ամրությունը, այլ նաև ստեղծել ամուր միջմոլեկուլային կամ քիմիական կապեր ալմաստային հատիկների և կապակցանյութի միջև: Բացի վերը նշվածից,

կապակցանյութին ներկայացվում է նաև մի շատ կարևոր պահանջ. այն պետք է լինի ինքնասրվող, այսինքն՝ պետք է մաշվի անհրաժեշտ ժամանակին և գործիքի աշխատանքային մակերևույթում գտնվող մաշված (բթացած) ալմաստային հատիկներին հնարավորություն տա պոկվելու և հեռանալու գործիքից: Միաժամանակ, կապակցանյութի մաշման ընթացքում նոր հատիկները սկսում են բացվել և մտնել աշխատանքի մեջ: Կապակցանյութի ամրացնող և ինքնասրվող հատկությունների ճիշտ հարաբերակցությամբ էլ պայմանավորված է ալմաստային գործիքի արդյունավետ աշխատանքը: Ալմաստային գործիքի ինքնասրվող հատկությունը պայմանավորված է կապակցանյութի ֆիզիկամեխանիկական հատկություններով և կախված է մշակվող նյութի հատիկայնությունից: Ինքնասրվող հատկությունը բնութագրվում է մաշման աստիճանով. որքան մեծ է կապակցանյութի մաշումը, այդքան ավելի լավ է ընթանում ինքնասրման գործընթացը: Չնայած դրան, պետք է խուսափել ալմաստային հատիկների ինտենսիվ պոկումից, և մաշման աստիճանը պետք է ունենա որոշակի սահման: Քարամշակման ժամանակ ալմաստային գործիքի կապակցանյութի մաշումն այնքան կախված չէ դրա ամրության հատկություններից, որքան կարծրությունից: Այն դեպքում, երբ դիտարկվում են բաղադրությամբ միմյանց մոտ կապակցանյութեր, ապա որպես մաշակայունության առավել օբյեկտիվ գնահատական կարելի է ընդունել կարծրության ցուցանիշը, օրինակ՝ դժվարահալ կապակցանյութերի դեպքում:

Ելնելով վերոհիշյալից, աշխատանքի նպատակն է հետազոտել հալոգենային միջավայրում ալմաստային հատիկների մետաղապատման գործընթացը, բացահայտել հիմնական օրինաչափություններն ու առանձնահատկությունները և ընտրել օպտիմալ ռեժիմներ:

Խնդրի դրվածքը և մեթոդիկայի հիմնավորումը. Ներկայումս գոյություն ունեն ալմաստային հատիկներով կոմպոզիտային նյութերի ստացման բազմաթիվ տեխնոլոգիաներ, որոնց հիմնական թերությունը կոմպոզիտում ալմաստային հատիկների ոչ արդյունավետ օգտագործումն է: Ալմաստը, լինելով չեզոք նյութ, ալմաստամետաղական կոմպոզիտների կապակցանյութերում պահվում է միայն մեխանիկական կապի միջոցով, մինչդեռ ալմաստային հատիկի հուսալի պահման և արդյունավետ օգտագործման համար դա բավարար չէ: Այս երևույթը նվազեցնելու կամ բացառելու նպատակով ալմաստային հատիկները նախօրոք պետք է ենթարկվեն մետաղապատման, որը հնարավորություն կտա բարձրացնել ոչ միայն ալմաստի հատիկի ամրությունը, այլ նաև ստեղծել ամուր կապ ալմաստային հատիկների և կապակցանյութի միջև:

Մետաղական կապակցանյութերով ալմաստային գործիքների պատրաստման գոյություն ունեցող մեթոդներն են՝ գալվանական, պլազմային, փոշեցրման, ձուլման և փոշեմետալուրգիական եղանակները: Փոշեմետալուրգիայի մեթոդը, ի

տարբերություն մյուս մեթոդների, հնարավորություն է տալիս կիրառել այնպիսի կոմպոզիտներ, որոնք միմյանց հետ չեն ձուլվում, օրինակ՝ վոլֆրամի կարբիդը և պղինձը: Մեթոդը ներառում է մետաղական փոշիների և ալմաստի խառնումը, դրանց համատեղ մամլումը և հետագա եռակալումը: Խառնումը հնարավորություն է տալիս կտրող գործիքի աշխատանքային շերտի ամբողջ ծավալում տեղաբաշխել ալմաստային հատիկները, մամլումը՝ ստանալ գործիքի անհրաժեշտ ձևը, իսկ եռակալումը՝ հեղուկ ֆազային եռակալման միջոցով գործիքին տալ անհրաժեշտ ամրություն: Կապակցանյութերն ամրացնում և պահում են ալմաստային հատիկները մշակող գործիքի աշխատանքային շերտում, ընդ որում, ալմաստային գործիքի աշխատունակությունը հիմնականում կախված է կապակցանյութի հատկություններից, որոնք ընտրվում են՝ կախված մշակվող նյութի հատկություններից, գործիքի տիպից և աշխատանքային ռեժիմներից:

Ալմաստի հատիկների մետաղապատումն ապահովում է մի շարք դրական հատկություններ. այն բարձրացնում է ալմաստահատիկի ամրությունը, նպաստում ջերմության արագ հեռացմանը «մշակող ալմաստային գործիք - մշակվող նյութ» գոտուց, մեծացնում կապակցանյութում ալմաստային հատիկի կառչման ուժը, փոքրացնում ալմաստային հատիկի գրաֆիտացման գործընթացը և այլն: Ծածկութապատող մետաղը լցվում է ալմաստային հատիկում գոյություն ունեցող միկրոճաքերի մեջ և մեծացնում ալմաստային հատիկի ամրությունը [1-3]: Կախված ալմաստային հատիկների մակնիշից և հատիկայնությունից, մետաղապատումից հետո դրանց ամրությունը կարող է մեծանալ 1,5...2,0 անգամ: Դա պայմանավորված է նրանով, որ ալմաստային հատիկում գոյություն ունեցող արատների լցվելուց ու ամրացվելուց հետո ալմաստային հատիկի վրա մետաղի շերտի հետագա ավելացումը նպաստում է ամրության հատկությունների մեծացմանը:

Հետազոտության արդյունքները. Նյութափոխանակության ռեակցիաների մեխանիզմի և կինետիկայի վերլուծությունը, ինչպես նաև աշխատանք [2]-ում բերված ջերմաձանրաչափական հետազոտման արդյունքները ցույց են տալիս, որ մետաղապատման վրա ազդող հիմնական մեծություններն են՝ ջերմաստիճանը (T , $^{\circ}\text{C}$), պահման տևողությունը (τ , րոպե) և NH_4Cl -ի պարունակությունը (C , %): Կատարվել է փորձի մաթեմատիկական մոդելավորում [4, 5], որտեղ որպես էլքային պարամետր վերցվել է մետաղապատված ալմաստի ջարդման ամրությունը՝ σ_p :

Նախնական փորձերի հիման վրա ընտրվել է մաթեմատիկական մոդել՝

$$\sigma_p = K \left(\frac{T}{10} \right)^{b_1} \cdot \tau^{b_2} \cdot C^{b_3}, \quad (1)$$

որտեղ K -ն, b_1 -ը, b_2 -ը և b_3 -ը անհայտ գործակիցներ են, որոնք պետք է որոշվեն:

(1) հավասարումը լոգարիթմելով՝ ստանում ենք.

$$\ln \sigma_p = \ln K + b_1 \ln \left(\frac{T}{10} \right) + b_2 \ln \tau + b_3 \ln C, \quad (2)$$

$$\bar{y} = b_0 + b_1 x_2 + b_3 x_3, \quad (3)$$

որտեղ x_1 -ը, x_2 -ը և x_3 -ը համապատասխանաբար T -ի, τ -ի և C -ի լոգարիթմներն են:

(1) հավասարումը լուծելու համար կիրառվել է 2^3 տիպի փորձերի կատարման իրական գործընթաց: Աղ. 1 և 2-ում բերված են գործոնների մակարդակները, փոփոխման տիրույթները և դրանց կոդային մեծությունները, իսկ աղ. 3 և 4-ում՝ պլանավորման մատրիցը և փորձերի արդյունքները:

Աղյուսակ 1

Գործոնների մակարդակները և փոփոխման տիրույթները

Գործոններ	Գործոնների մակարդակները			Փոփոխման տիրույթները	Չափողականությունը
	-1	0	+1		
x_1	600	700	800	100	°C
x_2	15	30	45	15	րոպե
x_3	2	4	6	2	%

Աղյուսակ 2

Գործոնների մակարդակները և նրանց կոդային մեծությունները

Գործոնները	Մետաղապատման ջերմաստիճանը		Ժամանակամիջոցը		NH ₄ Cl-ի պարունակությունը	
	T, °C	$\ln \frac{T}{10} (x_1)$	τ , րոպե	$\ln \tau (x_2)$	C, %	$\ln C (x_3)$
վերին (+)	800	4,382	45	3,806	6	1,791
ստորին(-)	600	4,094	15	2,708	2	0,693
միջին (0)	700	4,248	30	3,401	4	1,386

Խնդիրը լուծելուց հետո որոշվել են (1) բանաձևի անհայտ պարամետրերը՝

$$\sigma = e^{b_0} \cdot x_1^{b_1} \cdot x_2^{b_2} \cdot x_3^{b_3},$$

$$\sigma_p = e^{2,574} \cdot \left(\frac{T}{10} \right)^{0,258} \cdot \tau^{0,042} \cdot C^{0,107},$$

$$\sigma_p = 13,118 \cdot \left(\frac{T}{10} \right)^{0,258} \cdot \tau^{0,042} \cdot C^{0,107}; \quad (4)$$

Գործոնների միջակայքի յուրաքանչյուր կետում, երկու փորձերի արդյունքների հիման վրա, արդյունքների ցրման զծայնությունը որոշվել է հետևյալ բանաձևով՝

$$S_y^2 = \sum_{i=1}^r (y_i - \bar{y}_{\text{միջ}})^2 / r - 1, \quad (5)$$

որտեղ y_i և $\bar{y}_{\text{միջ}}$ -ը մետաղապատված ալմաստային հատիկի՝ ջարդման ժամանակ յուրաքանչյուր փորձի դեպքում ամրությունը և միջին արժեքներն են, իսկ r -ը՝ կրկնված փորձերի թիվը:

S_y^2 -ն բոլոր տարբերակների ($n=9$) միջին թվաբանական արժեքն է, այսինքն՝ բոլոր ցրումների միջին արժեքը (ջարդման ամրությունը):

$$S_y^2 = \sum_{j=1}^n S_r^2 / n(r - 1) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^r (y_{ij} - \bar{y}_{\text{միջ}})^2 / n(r - 1) : \quad (6)$$

Աղյուսակ 3

Փորձերի պլանավորման մատրիցը և արդյունքները

Փորձերի թիվը մատրիցում	Փորձերի կատարման պատահական հերթականությունը	x1		x2		x3		y	
		կող	T, °C ($\ln \frac{T}{10}$)	կող	τ , րոպե ($\ln \tau$)	կող	NH ₄ Cl, %	կրկն- վող փոր- ձեր	միջին արժեք
1	1 16	-	60 (4,094)	-	15 (2,708)	-	2 (0,693)	42,9 47,7	45,3
2	2 15	+	80 (4,382)	-	15 (2,708)	-	2 (0,693)	45,7 51,3	48,5
3	3 14	-	60 (4,094)	+	45 (3,806)	-	2 (0,693)	45,0 49,6	47,3
4	4 13	+	80 (4,382)	+	45 (3,806)	-	2 (0,693)	47,1 52,5	49,8
5	5 12	-	60 (4,094)	-	15 (2,708)	+	6 (1,791)	47,7 52,5	50,1
6	6 11	+	80 (4,382)	-	15 (2,708)	+	6 (1,791)	51,7 56,7	54,2
7	7 10	-	60 (4,094)	+	45 (3,806)	+	6 (1,791)	48,7 54,7	51,7
8	8 9	+	80 (4,382)	+	45 (3,806)	+	6 (1,791)	53,5 59,3	56,4
9	-	0	70 (4,248)	0	30 (3,401)	0	4 (1,386)	59,7 65,1	62,4

Փորձերի արդյունքները, որոնք հնարավորություն են տալիս որոշելու անհայտ պարամետրերը, բերված են աղ. 4-ում, որից երևում է, որ՝ $\sum_{j=1}^n S r^2 = 125,78$: Այդ դեպքում $S_y^2 = \frac{125,78}{9} = 13,975$:

Փորձերի հավասար քանակությամբ ($r = 2$) կրկնությունների դեպքում ցրումների նույնականությունը գնահատվել է հետևյալ բանաձևով՝

$$S_{Ag}^2 = \frac{r}{n-m} \sum_{j=1}^n (\bar{y}_{\text{միջ}} - \bar{y}_{\text{սեռ}})^2, \quad (7)$$

որտեղ m -ը բազմանդամի մոտարկելիության անդամների թիվն է (հաշված ազատ անդամը):

Աղյուսակ 4

Մոդելի անհայտ պարամետրերի որոշումը

Փորձի համարը	Y ₁	Y ₂	y _{միջ}	Sr ²	Y _{սեռ}	(y _{միջ} – y _{սեռ}) ²
1	42,9	47,7	45,3	11,52	45,6	0,09
2	45,7	51,3	48,5	15,68	49,1	0,36
3	45,0	49,6	47,3	10,58	47,7	0,16
4	47,1	52,6	49,8	14,58	49,7	0,01
5	47,7	52,5	50,1	11,52	51,3	1,44
6	51,7	56,7	54,2	12,50	55,2	1,00
7	48,7	54,7	51,7	18,10	53,7	4,00
8	53,5	59,3	56,4	16,82	57,9	2,25
9	59,7	65,1	62,4	14,58	52,6	6,04

Մեր դեպքում (աղ. 4)՝

$$\sum_{j=1}^n (\bar{y}_{\text{միջ}} - \bar{y}_{\text{սեռ}})^2 = 105,35,$$

$$S_{Ag}^2 = \frac{2}{9-4} \cdot 105,35 = 42,14:$$

Քանի որ $S_{Ag}^2 \geq S_y^2$ ($42,14 > 13,975$), ապա մոդելի նույնականությունը ստուգվել է F- Ֆիշերի չափանիշով, որը թույլ է տալիս ստուգել հիպոթեզի ճշմարտությունը երկու ցրումների միջև:

$$F = \frac{S_A^2}{S_y^2} = \frac{42,14}{13,975} = 3,105 : \quad (8)$$

$f_{Ag}=n-m=9-4=5$ և $f_E=n(r-1)=9 \cdot 1=9$ արժեքների դեպքում ճշտության մակարդակը՝ ըստ աղյուսակի, հավասար է 0,05, ազատության աստիճանը՝ $F_{kp}=3,43$: Քանի որ

$F_{кр} > F(3,43; 3,015)$, ապա (4) հավասարումը համապատասխանում է խնդրի դրվածքին:

Օպտիմալացման խնդրի փորձնական պարամետրերը (աղ. 3) լավ համընկնում են հաշվարկային արդյունքներին և բերված են աղ. 5, 6 և 7-ում, ինչպես նաև նկ. 1-ում:

Ուսումնասիրվել է ալմաստի մակերևույթին մետաղե ծածկույթի ձևավորման կինետիկան: Շերտի Δh հաստությունը որոշվել է ռենգենագրային եղանակով, որը բերված է [6] աշխատանքում: Նկարահանումը կատարվել է ավտոմատ ռեժիմով DPOH-3,0 սարքի միջոցով $\text{CuK}\alpha$ ֆիլտրացնող ճառագայթներով: Շերտի հաստության չափման ճշտությունը տատանվում է $\pm 10\%$:

Աղյուսակ 5

AC15 մակնիշի ալմաստի ամրության կախվածությունը մետաղապատման ջերմաստիճանից

Փորձի համարը	Մետաղապատման տևողությունը, τ , րոպե	NH_4Cl -ի պարունակությունը, %	$\sigma_p = f(T)$	Մետաղապատման ջերմաստիճանը, $T, ^\circ\text{C}$				
				600	650	700	750	800
1	15	2	$\sigma_p = 15,8297 \left(\frac{T}{10}\right)^{0,258}$	45,50	46,47	47,37	48,20	49,00
2	45	2	$\sigma_p = 16,577 \left(\frac{T}{10}\right)^{0,258}$	47,67	48,66	49,60	50,49	51,28
3	15	6	$\sigma_p = 17,804 \left(\frac{T}{10}\right)^{0,258}$	51,20	52,26	53,27	54,23	55,14
4	45	6	$\sigma_p = 18,645 \left(\frac{T}{10}\right)^{0,258}$	53,61	54,73	55,79	56,79	57,75
5	30	4	$\sigma_p = 17,552 \left(\frac{T}{10}\right)^{0,258}$	50,47	51,53	52,52	53,47	54,36

Ծանոթություն. AC15 մակնիշի ալմաստի նախնական ամրությունը (25...30)Ն է:

Աղյուսակ 6

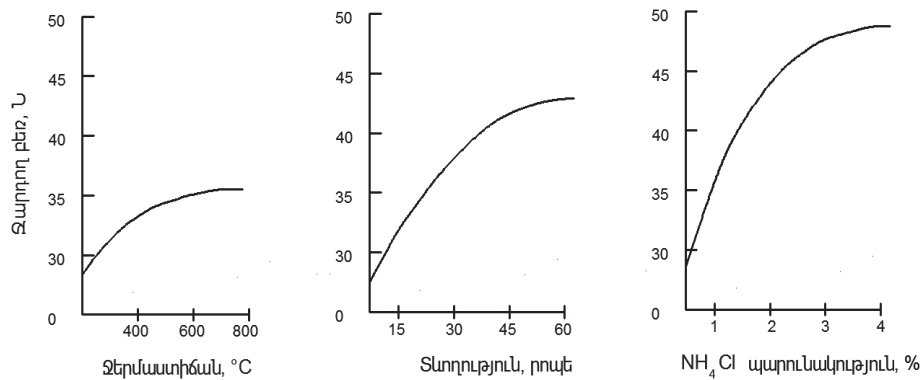
AC15 մակնիշի ալմաստի ամրության կախվածությունը մետաղապատման տևողությունից

Փորձի համարը	Մետաղապատման ջերմաստիճանը, T, °C	NH ₄ Cl-ի պարունակությունը, %	$\sigma_p = f(\tau)$	Մետաղապատման տևողությունը, τ , րոպե				
				15,0	22,5	30,0	37,5	45,0
1	600	2	$\sigma_p = 40,629 \cdot \tau^{0,042}$	45,52	46,30	46,86	47,30	47,67
2	800	2	$\sigma_p = 43,759 \cdot \tau^{0,042}$	49,03	49,87	50,48	50,95	51,34
3	600	6	$\sigma_p = 45,697 \cdot \tau^{0,042}$	51,20	52,08	52,71	53,21	53,62
4	800	6	$\sigma_p = 49,218 \cdot \tau^{0,042}$	55,14	56,09	56,77	57,31	57,75
5	700	4	$\sigma_p = 45,532 \cdot \tau^{0,042}$	51,02	51,90	52,52	53,01	53,42

Աղյուսակ 7

AC15 մակնիշի ալմաստի ամրության կախվածությունը NH₄Cl-ի
պարունակությունից

Փորձի համարը	Մետաղապատման ջերմաստիճանը, T, °C	Մետաղապատման տևողությունը, τ , րոպե	$\sigma_p = f(C)$	NH ₄ Cl-ի պարունակությունը, %				
				2	3	4	5	6
1	600	15	$\sigma_p = 42,269 \cdot C^{0,107}$	45,52	47,54	49,02	50,21	50,21
2	800	15	$\sigma_p = 45,526 \cdot C^{0,107}$	49,03	51,20	52,80	54,80	55,14
3	600	45	$\sigma_p = 44,265 \cdot C^{0,107}$	47,67	49,78	51,34	52,58	53,62
4	800	45	$\sigma_p = 47,675 \cdot C^{0,107}$	51,34	53,62	55,29	56,63	57,75
5	700	30	$\sigma_p = 45,283 \cdot C^{0,107}$	48,77	50,93	52,52	53,79	54,85



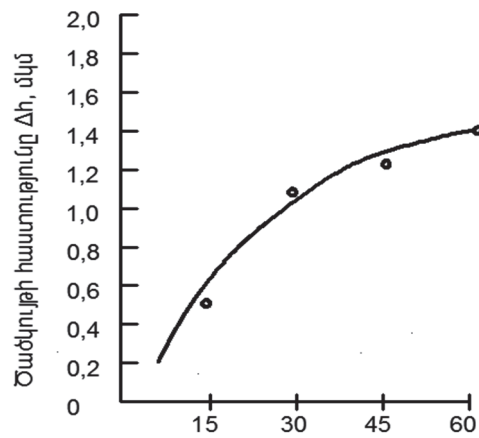
Նկ. 1. AC15 մակնիշի տիտանով մետաղապատված ալմաստի ամրության կախվածությունը ջերմաստիճանից, տոկոսությունից և NH₄C-ի պարունակությունից

Ռեննգենագրային վերլուծության արդյունքները համադրվել են ներքոհիշյալ բանաձևով [7] ստացված տվյալների հետ՝

$$\Delta h = \frac{1}{6} \left(\frac{P_{\text{ընդ}} \gamma_a}{P_a \gamma_{\text{ընդ}}} - 1 \right) \cdot \sqrt[3]{\frac{Pa}{n \cdot K \cdot \gamma_a}} \cdot 10^4 \text{ մկմ}, \quad (9)$$

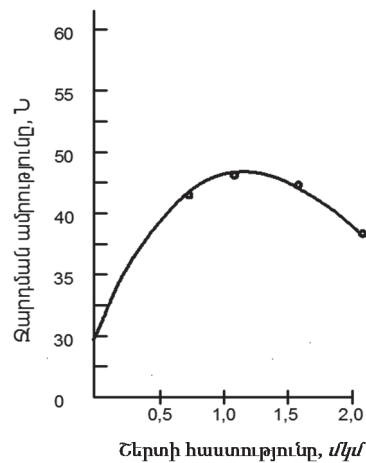
որտեղ $P_{\text{ընդ}}$ -ը մետաղապատված ալմաստի զանգվածն է, գր; γ_a -ն՝ ալմաստի խտությունը, գր/սմ³; P_a -ն՝ ալմաստի զանգվածը, գր; $\gamma_{\text{ընդ}}$ -ը՝ մետաղապատված ալմաստի խտությունը, գր/սմ³; n -ը՝ մեկ կարատում եղած ալմաստային հատիկների թիվը, հատ; K -ն՝ ալմաստի հատիկներով ծավալի զբաղվածության գործակիցը և կախված է հատիկի ձևից՝ $K=0,2$ [8]: Մեկ կարատում գտնվող տարբեր մակնիշի և հատիկայնությամբ ալմաստային հատիկների թիվը, որն օգտագործվել է հաշվարկների ժամանակ, բերված է [9] աշխատանքում: Մետաղապատված ալմաստի խտությունը որոշվել է հիդրոստատիկ կշռման միջոցով [10]:

Ալմաստի մակերևույթին ծածկույթի աճի կինետիկան ցույց է տրված նկ. 2-ում: Ինչպես և սպասվում էր, մետաղապատման տևողության մեծացումով մեծանում է շերտի հաստությունը: Կախված շերտի հաստությունից՝ փոխվում է նաև ալմաստի ամրությունը: Ինչպես երևում է նկ. 3-ից, ամենամեծ ամրությունը ստացվում է $\Delta h \approx 1,0$ մկմ հաստության դեպքում, որից հետո այն սկսում է նվազել: Δh -ի արժեքը խիստ կարևոր մեծություն է: Հետևապես, նրանով է պայմանավորված կապակցանյութի միջոցով ալմաստի հատիկի բռնողունակությունը, այսինքն՝ կցորդման ամրությունը, ինչպես նաև ջերմակայունությունը: Այս երկու հատկությունները, ինչպես նաև ջարդման նկատմամբ մետաղապատված ալմաստի ամրությունը (σ_p) համալիր ձևով բնութագրում են ալմաստային գործիքի աշխատունակությունը:



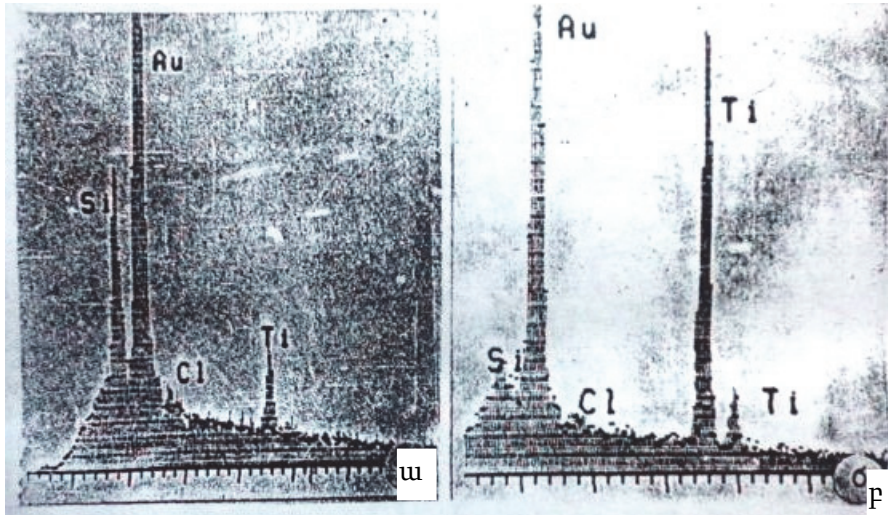
Մետաղապատման տևողությունը, րոպե

Նկ. 2. Տիտանով մետաղապատված շերտի հաստության կախվածությունը մետաղապատման տևողությունից



Նկ. 3. Ծածկույթի շերտի հաստության ազդեցությունը Ti-ով մետաղապատված ալմաստի ամրության վրա

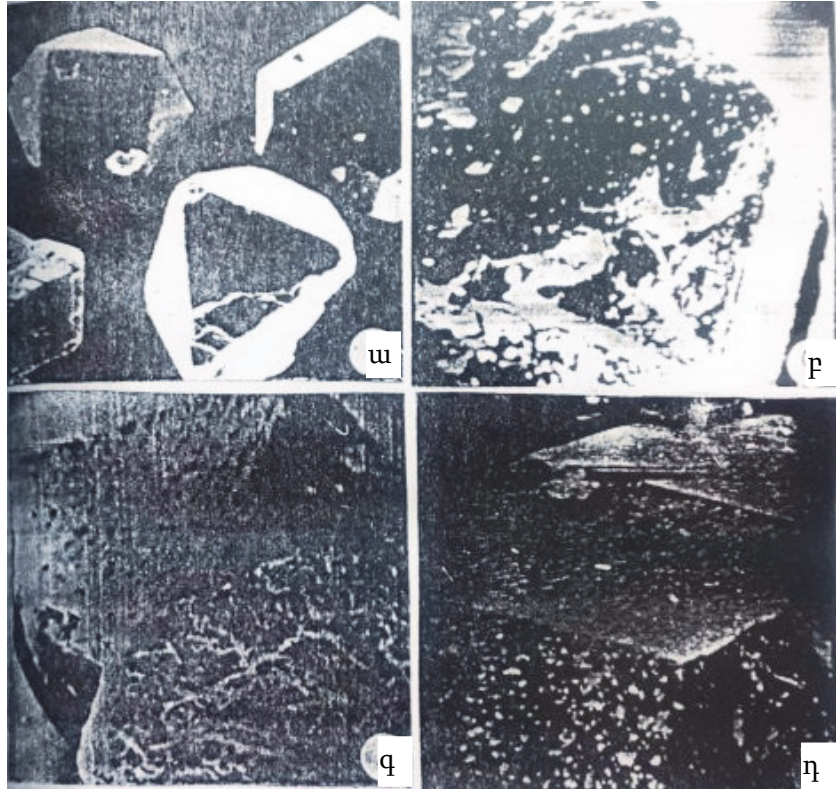
Մետաղապատված շերտի ձևավորման կինետիկան կարելի է ներկայացնել դիագրամի տեսքով (նկ. 4), որն արվել է տեսածրոդ էլեկտրոնային մանրադիտակով (KEMCKAH-ՎԾԵ միկրովերձանիչով): Ինչպես երևում է դիագրամից, մետաղապատման տևողության մեծացումով մեծանում է շերտի հաստությունը:



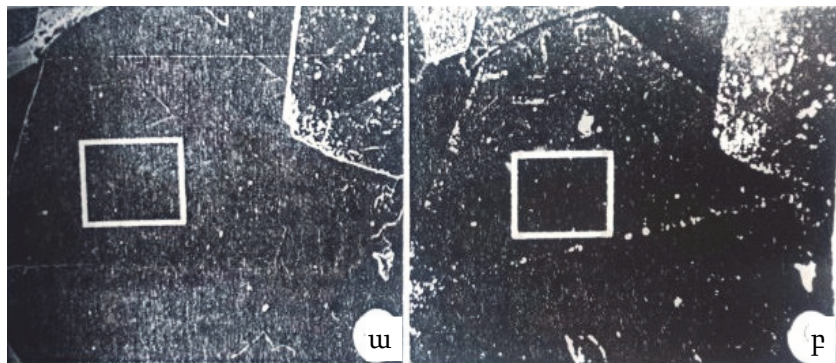
Նկ. 4. AC15 մակնիշի ալմաստի 400/315 մկմ չափով հատիկների տիտանով մետաղապատված շերտի ձևավորման կախվածությունը մետաղապատման տևողությունից՝
 $ա - \tau = 30$ րոպե, $բ - \tau = 60$ րոպե

Նկ. 5-ում ցույց է տրված մետաղապատման կառուցվածքային մեխանիզմը: Ինչպես երևում է նկարից, մետաղապատման կենտրոնների առաջացումը և շերտի հետագա ձևավորումը կատարվում են ընտրովի, այսինքն՝ սկսվում է այնպիսի տեղամասերից, որտեղ կան արատներ՝ մեծ էներգայով օժտված տեղամասեր: Մետաղապատման ժամանակ տեղի է ունենում մակերևութային արատների վերացում, ճեղքերի լցում և անհարթությունների վերացում (նկ. 6):

Մետաղապատված շերտի ֆազային բաղադրությունը որոշվել է ռենտգենափայլի եղանակով [11]: Նկարահանումը կատարվել է ավտոմատ ռեժիմով DPOH-3,0 սարքի վրա $CuK\alpha$ ճառագայթմամբ՝ 2θ -ի 25° մինչև 80° միջակայքում: Ֆազերի վերծանումը կատարվել է [12] էտալոնային տեղեկատուին համապատասխան: Արդյունքում՝ պարզվել է, որ ծածկույթն ունի հետևյալ ֆազային կառուցվածքը՝ $[C] - TiC - (\alpha - Ti)$:



Նկ. 5. AC15 մակնիշի ալմաստի 400/315 մկմ չափով հատիկների մակերևույթի միկրոկառուցվածքը՝ ա – մինչև մետաղապատումը (x250), բ – մետաղապատման տեղումը 15 րոպե (x 750), գ – 30 րոպե (x750), դ – 45 րոպե (x250)



Նկ. 6. AC15 մակնիշի 400/315 մկմ հատիկի չափ ունեցող ալմաստի (ա) և տիտանով (բ) մետաղապատված մակերևույթի միկրոկառուցվածքը (x300)

Եզրակացություն. Փորձի մաթեմատիկական պլանավորման և արդյունքների մշակման մեթոդով ցույց է տրված, որ մետաղապատման ջերմաստիճանի,

տնողության և NH_4Cl -ի քանակության մեծացումով տեղի է ունենում մետաղապատված ալմաստային հատիկի ծածկույթի հաստության և ամրության մեծացում, ընդ որում, մետաղապատված ալմաստի հատիկի ամրությունը 1,5...2,0 անգամ գերազանցում է չմետաղապատվածի ամրությանը: Բացահայտվել է, որ «կապակցանյութ-ծածկույթ» սահմանում տեղի է ունենում մետաղների դիֆուզիա, ապա հովելով սահմանային ֆազերի միջև ուժեղ կապ, որը հանգեցնում է կապակցանյութի միջոցով ալմաստային հատիկների բռնողականության մեծացմանը:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ ՑԱՆԿ

1. **Оганян А.П.** Разработка технологии металлизации алмазных порошков термодиффузионным насыщением: Автореф. дис. ... канд. техн. наук.- Л., 1986.-16 с.
2. **Казарян А.Н.** Технология нанесения металлических покрытий на алмазные порошки методом газотранспортных реакций: Автореф. дис. ... канд. техн. наук.- Ереван, 1990.-17 с.
3. **Агбалин А.С.** Разработка металлоалмазных композиционных материалов и получение их горячей экструзией: Автореф. дис. ... канд. техн. наук.- Ереван, 2001.- 22 с.
4. **Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В.** Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий.- М.: Наука, 1976.- 276 с.
5. **Новик Ф.С., Арсов Я. Б.** Оптимизация процессов технологии металлов методами планирования экспериментов.- М.: Машиностроение; София: Техника, 1980.- 304 с.
6. **Сюзин Ю.И., Крючкова А.П., Чистяков Е.М.** К вопросу об измерении толщины металлических покрытий на зернах алмаза и кубического нитрида бора // Синтетические алмазы.- 1974.- N 2.- С. 7.-11.
7. **Оситинская Т.Д., Чистяков Е.М., Погорелый Б.В.** Определение толщины покрытия зерен металлизированного кубонита // Синтетические алмазы.- 1971.- N 2.-С.68-70.
8. **Бакуль В.И.** Определение частиц в одном карате алмазного порошка.- Киев: УкрНИИТИ, 1966.- 10 с.
9. **Бакуль В.Н.** Число зерен в одном карате - одна из важнейших характеристик алмазного порошка // Синтетические алмазы. -1976.- N 4.- С. 22-27.
10. **Кипарисов С.С., Либенсон Г.А.** Порошковая металлургия.- М.: Металлургия, 1970.- 496 с.
11. **Русаков А.А.** Рентгенография металлов.- М.: Атомиздат, 1976.- 480 с.
12. Американская рентгенометрическая картотека – ASTM (США).

Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարան: Նյութը ներկայացվել է խմբագրություն 05.09.2017:

С.Г. АГБАЛЯН, А.С. АГБАЛЯН, Н.А. ОРДЯН, Х.В. ПОГОСЯН
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА МЕТАЛЛИЗАЦИИ АЛМАЗНЫХ ЧАСТИЦ
В ГАЛОГЕНСОДЕРЖАЩИХ СРЕДАХ

Определены основные закономерности процесса металлизации в зависимости от технологических параметров. Проведена их оптимизация с помощью методов математического планирования и обработки результатов. Показано, что с увеличением температуры металлизации, длительности и количества NH_4Cl в 1,5...2,0 раза увеличиваются толщина и долговечность алмазного покрытия. Изучена фазовая структура покрытия и его взаимодействие со связкой. Обнаружено, что в зоне “связка – покрытие” происходит диффузия металлов, обеспечивающая прочную связь между границами фазов, что приводит со стороны связки к увеличению сил держания алмазных частиц.

Ключевые слова: алмазное зерно, галогенная среда, материалоперемещение, металлизация, покрытие, связка, инструмент, прочность, износостойкость, микроструктура.

S.G. AGHBALYAN, A.S. AGHBALYAN, N.A. ODYAN, KH.V. POGHOSSYAN
INVESTIGATING THE PROCESS OF METALLIZATION OF DIAMOND
PARTICLES IN HALOGEN-CONTAINING ENVIRONMENT

The main regularities of the metallization process are determined depending on technological parameters. The optimization is carried out using the method of mathematical planning and the method of processing the results. It is shown that an increase in the metallization temperature, the duration and quantity of NH_4Cl by a factor of 1.5...2.0, the thickness and longevity of the diamond coating increase. The phase structure of the coating and its interaction with the bond are studied. It was found that the diffusion of metals occurs in the “ligament-coating” zone, providing a strong connection between the boundaries of the phases, which leads to an increase in the holding forces of diamond particles by the ligament.

Keywords: diamond grain, halogen environment material displacement, metallization, coating, ligament, tool, durability, wear resistance, microstructure.