ISSN 0002-306X. ՀԳԱԱ և ՀԱՊՀ Տեղ. Տեխն. գիտ. սերիա. 2022. Հ. LXXV, N1.

ՀՏԴ 621.762:621.921.34 ՆՅՈՒԹԱԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆ

DOI: 10.53297/0002306X-2022.v75.1-16

Ս.Գ. ԱՂԲԱԼՅԱՆ, Ն.Ա. ՕՐԴՅԱՆ, Ա.Մ. ՄԱՐՏԻՐՈՍՅԱՆ, Ա.Ս. ԱՂԲԱԼՅԱՆ,

Խ.Վ. ՊՈՂՈՍՅԱՆ

ՄԵՏԱՂԱՊԱՏՎԱԾ ԱԼՄԱՍՏԱՅԻՆ ՀԱՏԻԿՆԵՐՈՎ ԿՈՄՊՈԶԻՏԱՅԻՆ ՆՅՈՒԹԵՐԻ ՍՏԱՑՄԱՆ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱՅԻ ՄՇԱԿՈՒՄԸ ՏԱՔ ՄԱՄԼՄԱՄԲ

Մշակվել է տիտանով մետաղապատված HSD90 (AC200) մակնիշի ալմաստային հատիկներով և 34%Fe+6%Ni+32%Cu+8%Sn+10%WC+10%Cч18 մակնիշի գորշ թուջի տաշեղի՝ փոշի բաղադրությամբ կապակցանյութով քարամշակման գործիքների պատրաստման նոր տեխնոլոգիա, որը ներառում է կապակցանյութի և տիտանով մետաղապատված HSD90 (AC200) մակնիշի ալմաստային հատիկներով մետաղաալմաստային կոմպոզիտային բովախառնուրդի պատրաստում, սառը մամլում, եռակալում, տաք մամլում և մեխանիկական մշակում գործընթացները: Ընտրվել և հիմնավորվել են եռակալման և տաք մամլման լավարկված ռեժիմները. եռակալման ջերմաստիճանը՝ 800±20^0C, պահման տևողությունը՝ 0,75…1,0 *ժամ*, տաք մամլման ջերմաստիճանը՝ 850±10^0C, պահման տևողությունը՝ 25…30 *րոպե*, տեսակարար ճնշումը՝ 80…100 *ՄՊա*, որոնց դեպքում կոմպոզիտի կարծրությունը կազմում է 60…102 HRB, հարվածային մածուցիկությունը՝ KCU 2…36 *կՋ/մ^2*, խզման ամրությունը՝ 23…160 *ՄՊա*:

Ցույց է տրված, որ կոմպոզիտային նյութն ունի հետերոգեն կառուցվածք. մայրակը ներկայացնում է հիմնականում α (անագի պինդ լուծույթը պղնձում՝ 13,5% անագի պարունակությամբ) և δ ֆազերի ($Cu_{31}Sn_8$) խառնուրդ, որում հավասարաչափ բաշխված են α-երկաթի և նիկելի պինդ լուծույթները և ինտերմետաղական ֆազերն անագի և պղնձի հետ, իսկ լցանյութերը՝ գրաֆիտի և վոլֆրամի կարբիդի հատիկները, երևում են առանձին հատիկների տեսքով: Միաժամանակ, գորշ թուջի առկայությունը կոմպոզիտում հանգեցնում է ազատ գրաֆիտի առաջացմանը, որը նպաստում է կոմպոզիտի հակաշփական հատկությունների լավացմանը:

Առանցքային բառեր. մետաղապատված ալմաստային հատիկներ, կապակցանյութ, բովախառնուրդ, սառը մամլում, եռակալում, տաք մամլում, մետաղաալմաստային կոմպոզիտային նյութ, կառուցվածքագոյացում, մաշակայունություն:

Ներածություն. Մետաղների և ոչ մետաղական նյութերի մշակման բազմաթիվ տեխնոլոգիական գործընթացներում լայն կիրառություն են գտել ալմաստային գործիքները [1, 2], առանց որոնց հնարավոր չէ իրականացնել հատուկ մեքենաշինության մեջ կատարվող հղկման, ինչպես նաև ընդերքի շահագործման և քարամշակման արտադրությունում իրականացվող աշխատանքները:

Ալմաստամետաղական գործիքների հիմնական թերությունն ալմաստային հատիկների ոչ արդյունավետ օգտագործումն է: Ալմաստը, լինելով չեզոք նյութ, մետաղաալմաստային կոպոզիտում պահվում է միայն մեխանիկական կապի միջոցով: Մինչդեռ ալմաստային հատիկների արդյունավետ օգտագործման համար դա բավարար չէ: Նշվածը բացառելու նպատակով ալմաստային հատիկները նախօրոք պետք է ենթարկվեն մետաղապատման, որը հնարավորություն կտա՝ ստեղծելու ամուր կապ ալմաստային հատիկների և կապակցանյութի միջև [3-7]: Միաժամանակ, ինքնասրման ռեժիմով ալմաստային գործիքի արդյունավետ աշխատանքի համար մետաղական կապակցանյութը պետք է ունենա լավարկված մաշակայունություն, որը կապահովի ալմաստային հատիկների կտրող եզրերի անընդհատ նորացումը: Եթե կապակցանյութի մաշակայունությունը փոքր լինի պահանջվող արժեքից, ապա գործիքում ալմաստահատիկները ոչ արդյունավետ կօգտագործվեն, մինչդեռ բարձրի դեպքում ալմաստահատիկների գագաթները կմաշվեն, իսկ կապակցանյութը՝ ոչ: Արդյունքում՝ կտրող եզրերի բացակայութան պատճառով կառաջանան հարթակներ, և շփման ուժը մեծանալով՝ կնպաստի ալմաստամետաղական կոմպոզիտի քայքայմանը: Ալմաստային գործիքի ինքնասրվող հատկությունը կախված է կապակցանյութի ֆիզիկամեխանիկական հատկություններից և մշակվող նյութի հատիկայնությունից: Որքան արագ է մաշվում կապակցանյութը, այդքան լավ է ընթանում ինքնասրման գործընթացը: Մյուս կողմից՝ պետք է խուսափել ալմաստային հատիկների ինտենսիվ պոկումից, իսկ մաշման աստիճանը պետք է ունենա որոշակի սահման: Կապակցանյութը պետք է ունենա նաև բավարար ջերմակայունություն, ջերմափոխանակություն, նվազագույն շփման գործակից և քիմիապես չփոխազդի մշակվող նյութի հետ:

Նշված խնդիրը խիստ արդիական է և կարելի է լուծել նոր կապակցանյութերի մշակման, ալմաստային հատիկների նախօրոք մետաղապատման, դրանցից նոր կոմպոզիտային նյութերի ստացման և ալմաստամետաղական գործիքների պատրաստման տեխնոլոգիաների մշակմամբ:

Խնդրի դրվածքը և մեթոդիկայի հիմնավորումը. Ելնելով վերը նշվածից՝ աշխատանքի նպատակն է ջերմադիֆուզիոն եղանակով տիտանով մետաղապատված HSD90 (AC200) մակնիշի ալմաստային հատիկների համար նոր մաշակայուն կապակցանյութի մշակումը և տաք մամլմամբ մետաղաալմաստային կոմպոզիտային հղկագործիքների պատրաստման տեխնոլոգիայի մշակումը, ինչպես նաև դրանց կառուցվածքի ու հատկությունների ձևավորման գործընթացների հետազոտումը:

Նշված խնդիրը հնարավոր է լուծել փոշեմետալուրգիական եղանակով, որը հնարավորություն է տալիս նախօրոք պատրաստված ալմաստամետաղական կոմպոզիտային բովախառնուրդից սառը մամլմամբ ստանալ ծակոտկեն մամլվածքներ, դրանք հեղուկ ֆազային միջավայրում ենթարկել եռակալման, այնու-

հետև տաք մամլման միջոցով գործնականում ստանալ անծակոտկեն կառուցվածքով գործիքներ՝ օժտված կտրման բարձր հատկություններով:

Ալմաստային հատիկների ջերմադիֆուզիոն մետաղապատման շնորհիվ՝ «ալմաստ-մետաղածածկույթ-կապակցանյութ» անցումային շերտերում տեղի են ունենում դիֆուզիոն գործընթացներ, որոնց արդյունքում առաջանում է քիմիական կապ՝ մեծացնելով ալմաստի հատիկների պահման ամրությունը: Ծածկութապատող մետաղը փոխազդում է ալմաստային հատիկների հետ և առաջացնում կարբիդներ: Դրանք լցվում են ալմաստային հատիկում գոյություն ունեցող միկրոճաքերի մեջ և մեծացնում ալմաստային հատիկի ամրությունը [8, 9]:

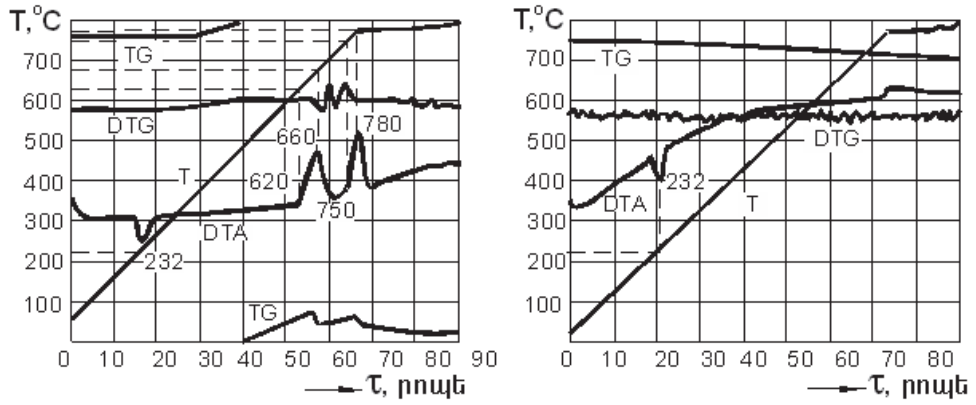
Հետազոտության արդյունքները. Համալիր փորձագիտական հետազոտությունների արդյունքում տիտանով մետաղապատված HSD90 (AC200) մակնիշի ալմաստային հատիկների ([C]*) համար ընտրվել և հիմնավորվել է կապակցանյութի քիմիական կազմը՝ 32% Cu+8% Sn+6% Ni+34% Fe+10% WC+10% ՀԿ18, որը ներկայացնում է պղնձի և անագի փոշիների խառնուրդ՝ 4:1 հարաբերությամբ, իսկ որպես լեգիրող տարրեր ընտրվել են երկաթը և նիկելը, որպես լցանյութ՝ վոլֆրամի կարբիդը, որպես պինդ քսանյութ՝ ՀԿ18 մակնիշի գորշ թուջի տաշեղի փոշին [10]: Ալմաստամետաղական կոմպոզիտում ալմաստի կոնցենտրացիան վերցրվել է 50%:

Ռենտգենասպեկտրային վերլուծության մեթոդով ուսումնասիրվել է ծածկույթի փոխազդեցությունը կապակցանյութի բաղադրամասերի հետ: Բացահայտվել է, որ «ծածկույթ-կապակցանյութ» ֆազերի սահմանում տեղի է ունենում ծածկույթ մետաղի (Ti) և կապակցանյութի (Cu-Sn) փոխադարձ դիֆուզիա, որի արդյունքում ապահովվում է սահմանային ֆազերի ամուր կապը:

Հետազոտությունների արդյունքում պարզվել է, որ ալմաստամետաղական կոմպոզիտի կարծրությունը, հարվածային մածուցիկությունը և կտրման ամրությունը կախված են մի շարք գործոններից, մասնավորապես՝ ալմաստամետաղական կոմպոզիտի բաղադրությունից, սառը մամլման ճնշումից, եռակալման ջերմաստիճանից, այդ ջերմաստիճանում պահման տևողությունից և տաք մամլման ճնշումից: Բացահայտվել է, որ սառը մամլման տեսակարար ճնշումը 300 *ՄՊա*-ից ավելի բարձրացնելու դեպքում տեղի է ունենում մետաղապատված ալմաստի հատիկների ջարդում, ուստի այն ընտրվել է 200…250 *ՄՊա*, որի դեպքում ծակոտկենությունը ստացվում է՝ θ=20…25%:

Սառը մամլված բրիկետները ենթարկվել են եռակալման և տաք մամլման, արդյունքում մամլվածքները ձեռք են բերում պահանջվող կառուցվածք ու հատկություններ: Հատկապես կարևոր ազդեցություն ունի եռակալման ջերմաստիճանը, որի դեպքում նյութում տեղի են ունենում դիֆուզիոն գործընթացներ և նոր ֆազերի առաջացում: Cu-Sn հիմքով կապակցանյութերի եռակալումն ընթանում է հեղուկ ֆազում, իսկ եռակալման ջերմաստիճանը 650…800^{0}C տիրույթում է: Եռա-

կալման ջերմաստիճանի ճիշտ ընտրության համար կատարվել են ջերմածանրաչափական հետազոտություններ, որոնց արդյունքում այն ընտրվել է 800±20^{0}C: Նշված ջերմաստիճանում ալմաստային հատիկների գրաֆիտացման գործընթաց գործնականում տեղի չի ունենում: Այդ է վկայում զանգվածի փոփոխության գրաֆիկը (TG) արգոնի միջավայրում տաքացնելիս, ինչպես նաև DTA կորի վրա էնդոթերմիկ կամ էկզոթերմիկ ռեակցիաների բացակայությունը (նկ. 1):



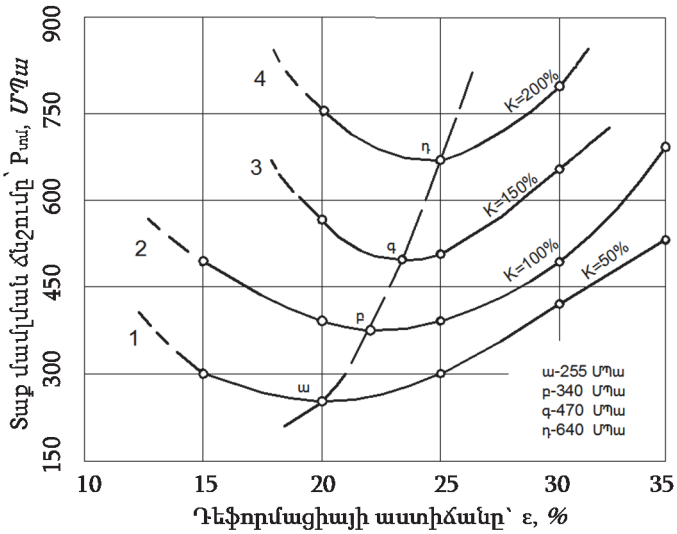
ա) բ)

Նկ. 1. [C]+կապակցանյութ ալմաստամետաղական կոմպոզիտային նյութի դերիվատագիրը ՝ տաքացված օդի (ա) և արգոնի միջավայրերում (բ)*

Ալմաստամետաղական կոմպոզիտային նյութի կառուցվածքագոյացումն ավարտվում է տաք մամլման ընթացքում, որի վրա ազդող պարամետրներն են մամլվածքի բաղադրությունը, տաքացման ջերմաստիճանը և տևողությունը, դեֆորմացման աստիճանը, ալմաստի հարաբերական կոնցենտրացիան և նրա հատիկայնությունը, ինչպես նաև մամլվածքի սկզբնական ծակոտկենությունը:

Ջերմաստիճանի ներքին սահմանն ընտրվել է 800^0*C*, ինչը պայմանավորված է տաք մամլման ճնշման (P_o) մեծացմամբ և ալմաստային հատիկների ջարդմամբ: Բարձր ջերմաստիճաններում մեծանում է կապակցանյութի պլաստիկությունը, և հնարավորություն է ստեղծվում խուսափելու ալմաստային հատիկների ջարդումից: Տաք մամլման ջերմաստիճանում պահման տևողությունը վերցվել է 0,75…1,0 *ժամ*, ինչը բավարար է ալմաստային հատիկների մետաղապատված շերտի և կապակցանյութի միջև դիֆուզիայի ընթացքի ու կառուցվածքագոյացման գործընթացների համար: Ուսումնասիրվել է տաք մամլման ճնշման կախվածությունը դեֆորմացիայի աստիճանից և ալմաստի կոնցենտրացիայից (նկ. 2), համաձայն որի դեֆորմացիայի աստիճանի (ε) մեծացումով տաք մամլման ճնշումն ($P_{տմ}$) աճում է, իսկ ծակոտկենությունը (θ)՝ նվազում: Մամլման ճնշումն աճում է նաև ալմաստի կոնցենտրացիայի (K) աճին զուգընթաց: Հետազոտությունների արդյունքում ընտր-

վել են տաք մամլման պարամետրերը՝ T=850±10^0*C*, τ=0,5 *ժամ*, մամլվածքի սկզբնական ծակոտկենությունը 20*%*, տաք մամլման ճնշման լավարկված արժեքը՝ $P_{տմ}$=80…100 *ՄՊա*, որոնց դեպքում կոմպոզիտի կարծրությունը կազմում է 60…102 HRB, հարվածային մածուցիկությունը՝ KCU 2…36 *կՋ/մ*^{2}, խզման ամրությունը՝ 23…160 *ՄՊա*:

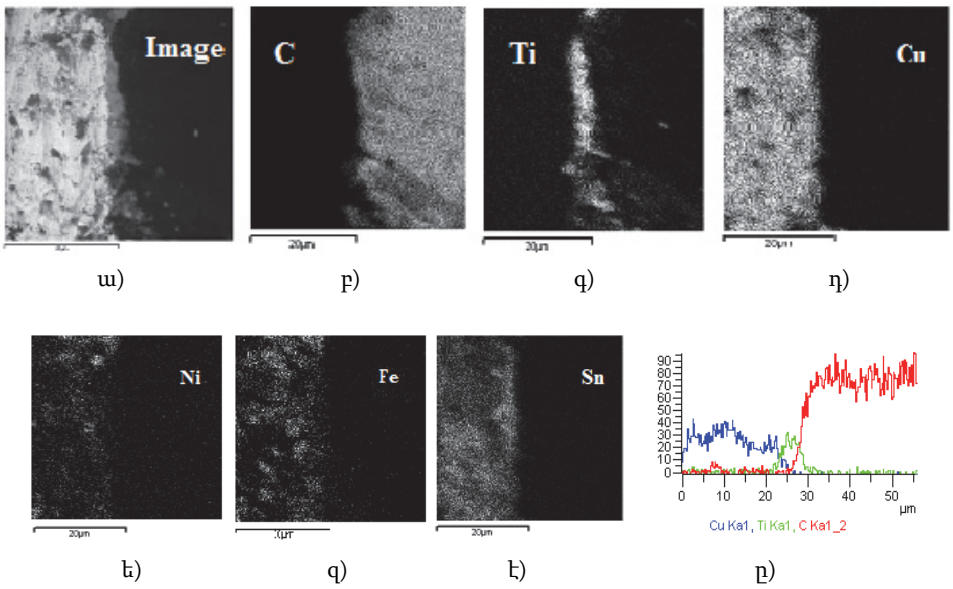


Նկ. 2. Տաք մամլման $P_{տմ}$ ճնշման կախվածությունը դեֆորմացիայի աստիճանից (ε) և [C]-ի կոնցենտրացիայից (K). 1- K=50%, 2- K=100%, 3- K=150%, 4- K=200% (կետագծերով գիծը տարվել է 1-4 կորերի ամենացածր կետերով)*

Հետազոտությունների արդյունքում բացահայտվել է, որ կապակցանյութում Cr18 մակնիշի գորշ թուջի ավելացումը փոքրացնում է հարվածային մածուցիկությունը, որոշ չափով իջեցնում է կարծրությունը և կտրման ամրությունը: Ընդ որում, որքան փոքր է լցանյութի հատիկայնությունը, այնքան այն էականորեն է ազդում մեխանիկական հատկությունների վրա՝ ապահովելով գործիքի կապակցանյութի ինքնասրման պայմանը: Վոլֆրամի կարբիդի ներմուծումը նպաստում է հարվածային մածուցիկության իջեցմանը և կարծրության բարձրացմանը, իսկ նիկելը և երկաթը նպաստում են կոմպոզիտի կարծրության, ամրության և մաշակայունության բարձրացմանը: Մետաղագիտական վերլուծության արդյունքում բացահայտվել է, որ մշակված ալմաստամետաղական կոմպոզիտային նյութն ունի հետերոգեն կառուցվածք. մայրակը ներկայացնում է α (անագի պինդ լուծույթը պղնձում՝ 13,5% անագի պարունակությամբ) և δ ֆազերի ($Cu_{31}Sn_8$) խառնուրդ, որում հավասարաչափ բաշխված են α-երկաթի և նիկելի պինդ լուծույթներն ու անագի և պղնձի ինտերմետաղական ֆազերը, իսկ լցանյութերը՝ գրաֆիտի և վոլֆրամի կարբիդի հատիկները, երևում են առանձին հատիկների տեսքով: Գորշ թուջի առ-

կայությունը կոմպոզիտում, շնորհիվ ազատ գրաֆիտի, նպաստում է հակաշփական հատկությունների լավացմանը:

Ուսումնասիրվել է տիտանով մետաղապատված HSD90 (AC200) մակնիշի ալմաստային հատիկների ծածկույթի փոխազդեցությունը մետաղական կապակցանյութի բաղադրամասերի հետ (նկ. 3): Բացահայտվել է, որ «ծածկույթ-կապակցանյութ» ֆազերի սահմանում տեղի ունի ծածկույթի մետաղի (Ti) և կապակցանյութի փոխադարձ դիֆուզիա, որն ապահովում է սահմանային ֆազերի ամուր կապը: Ցույց է տրված, որ տարրերի բաշխվածությունը կատարվում է ծածկույթի ամբողջ մակերևույթով:



ա) բ) գ) դ)

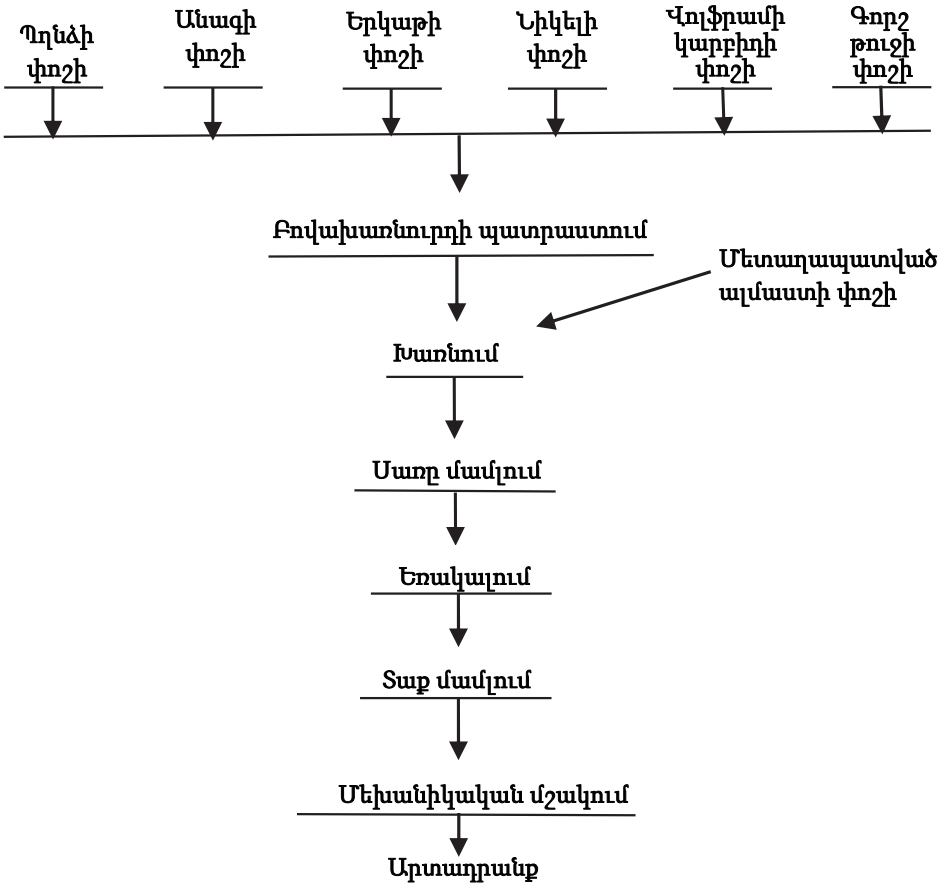
ե) զ) է) ը)

Նկ. 3. Տիտանե ծածկույթի փոխազդեցությունը մետաղական կապակցանյութի բաղադրիչների հետ. ա- HSD90 (AC200) մակնիշի ալմաստե հատիկի ([C]) և կապակցանյութի բաշխումը, բ – C-ի բաշխումը, գ – Ti-ի բաշխումը, դ- Cu-ի բաշխումը, ե- Ni-ի բաշխումը, զ- Fe-ի բաշխումը, է – Sn-ի բաշխումը, ը – Ti-ի, Cu-ի և C-ի սկանագիրը*

Հետազոտությունների արդյունքում բացահայտվել է, որ եռակալված նմուշների սեղմման ամրությունը կտրուկ աճում է տաք մամլման ճնշման մեծացմանը զուգընթաց: Սակայն ալմաստամետաղական նմուշների պատրաստման տեխնոլոգիական ռեժիմների մնացած հավասար պայմանների դեպքում դրանց ամրության ցուցանիշները նվազում են ալմաստափոշու հարաբերական կոնցենտրացիան 25%-ից 100% բարձրացնելու դեպքում, որը բացատրվում է կապակցանյութի մետաղական բաղադրիչ տարրերի քիմիական կապի ավելի մեծ էներգիայով: Այդ է պատճառը, որ նմուշների մեջ ալմաստային փոշու կոնցենտրացիան ավելաց-

նելիս ալմաստամետաղական կոմպոզիտային նյութի կապի էներգիան նվազում է, և նրա քայքայումը տեղի է ունենում ավելի փոքր բեռնվածքների դեպքում:

Կատարված հետազոտությունների արդյունքների հիման վրա մշակվել է տիտանով մետաղապատված HSD90 (AC200) մակնիշի ալմաստային հատիկնեռով և 34% Fe+6% Ni+32% Cu+8% Sn+10% WC+10% Cr18 մակնիշի գորշ թուջի տաշեղի՝ փոշի բաղադրությամբ կապակցանյութով քարամշակման գործիքների պատրաստման նոր տեխնոլոգիա (նկ. 4), որը հնարավորություն է տալիս՝ ապահովելու առավելագույն արտադրողականություն:



Նկ. 4. Քարամշակման համար ալմաստամետաղական HSD90 (AC200) մակնիշի ալմաստային հատիկներով մետաղաալմաստային նոր կոմպոզիտային նյութերի ստացման տեխնոլոգիական սխեման

Համաձայն մշակված տեխնոլոգիայի՝ ալմաստային փոշիները նախօրոք ենթարկվել են տիտանով մետաղապատման հալոգենային միջավայրում, իսկ գորշ թուջի փոշին ստացվել է թուջի մեխանիկական մշակումից ստացված տաշեղների

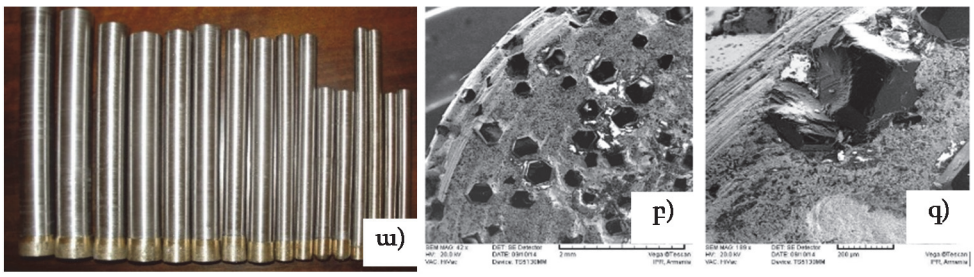
մանրացմամբ: Պատրաստվել է կապակցանյութ 34% Fe+6% Ni+32% Cu+8% Sn+ +10% WC+10% Cч18 մակնիշի գորշ թուջի տաշեղի փոշի բաղադրությամբ, ընդ որում, հավասարաչափ խառնում ապահովելու համար ավելացվել է ~1% տեխնիկական սպիրտ, իսկ խառնումը կատարվել է 7…8 *ժամ*:

Ալմաստամետաղական բովախառնուրդի հավասարաչափ խառնումն ապահովելու համար նրա մեջ ավելացվել է գլիցերինի 20%-ոց սպիրտային լուծույթ 1,5…2,0% քանակությամբ (ըստ զանգվածի): Խառնումն իրականացվել է 8…10 *ժամ*: Ստացված բովախառնուրդը կշռվել է ըստ պահանջվող զանգվածի և ենթարկվել սառը մամլման, որն իրականացվել է քանդվող մամլաձևի մեջ: Սկզբից մամլաձևի խոռոչի մեջ լցվել է ալմաստ չպարունակող շերտի բովախառնուրդը և հատուկ մամլամատով հարթեցվել, ապա լցվել է ալմաստ պարունակող բովախառնուրդը, հարթեցվել, ու կատարվել է մամլում: Մամլաձևի մասերի հաշվարկը կատարվել է այն նկատառումից ելնելով, որ ստացված մամլվածքի ծակոտկենությունը չգերազանցի 20…25%:

Կառուցվածքագոյացման նպատակով բրիկետները շարվել են տաք մամլման մամլաձևի մեջ, այնուհետև մամլվածքները մամլակաղապարի հետ միասին ենթարկվել են եռակալման՝ պաշտպանիչ միջավայրում: Եռակալման ժամանակ գլիցերինը ցնդում է և հեռանում, ինչպես նաև որոշակի չափով տեղի է ունենում մետաղափոշիների վերականգնում: $T_{եռ}$=800±20^0C-ում $\tau_{եռ}$=0,75…1,0 *ժամ* պաշտպանիչ միջավայրում եռակալումից հետո մամլաձևը եռակալված սեգմենտների հետ միասին 30 *րոպե* ընդհանուր տևողությամբ տաքացվել և պահվել է 850±10^0C, որից հետո այն դրվել է մամլիչի տակ, և կատարվել տաք մամլում, մինչև որ մամլամատերի վերին հարթությունը հավասարվի մամլաձևի վերին հարթությանը: Այս դիրքով մամլաձևը պահվել է 2…3 *րոպե*, ապա տեղափոխվել հովացման: Սառը մամլաձևը քանդվել է, իսկ սեգմենտների ալմաստ չպարունակող մակերևույթը ենթարկվել հղկման:

Մշակված կապակցանյութով պատրաստվել են ալմաստային մատային ֆրեզներ (նկ. 5ա)՝ թվածրագրային կառավարվող (ԹԾԿ) ֆրեզային հաստոցի վրա տարբեր կարծրություններով բնական քարերի մշակման համար: Գրանիտի ֆրեզման ժամանակ առավելագույն արդյունավետությամբ առանձնացել են կարծրության միջին ցուցանիշով ֆրեզները՝ HRB ~ 80 միավոր, իսկ HRB ~ 100 միավոր կարծրությամբ ֆրեզներն իրենց արտադրողականությամբ 1,5 անգամ զիջում են դրանց: Միաժամանակ՝ վերջիններս ավելի արդյունավետ են բազալտի մշակման ժամանակ: Ալմաստային մատային ֆրեզներով բնական քարերի ֆրեզման ժամանակ բազահայտվել է, որ մետաղապատված ալմաստահատիկները նույնիսկ ջարդվելով մնում են կապակցանյութի մեջ ամուր ամրացված և շարունակում մասնակցել կտրման գործընթացին (նկ. 5բ, գ):

Ալմաստամետաղական կոմպոզիտներից պատրաստված գործիքների համար իրականացվել են երկփուլանի փորձարկումներ: Նախնական փորձարկումների համար օգտագործվել են 500 *մմ* տրամագծով, իսկ վերջնական փորձարկումների համար՝ 1200 *մմ* տրամագծով սկավառակային սղոցներ: Որպես մշակվող նյութ օգտագործվել է բազալտը: Փորձարկումների արդյունքում որոշվել են գործիքների տեսակարար մաշվածքի չափերը և ալմաստի տեսակարար ծախսը: Իրականացվել է ալմաստամետաղական սեգմենտների աշխատանքային մակերևույթների ուսումնասիրում: Պարզվել է, որ ընկած ալմաստային հատիկների թիվը կազմել է մնացած հատիկների 8…10%-ը: Շատ հատիկներ կապակցանյութից դուրս են եկել իրենց չափի 50…60%-ով, որը փաստում է կապակցանյութով ալմաստի հատիկն ամուր պահելու ունակության մասին:



Նկ. 5. Ալմաստային ֆրեզներ (ա) և դրանց աշխատանքային մակերևույթը քարամշակումից հետո՝ բ) x40, գ) x180

Մշակված տեխնոլոգիայով պատրաստված գործիքների փորձարկումները ցույց են տալիս, որ դրանք ապահովում են բարձր արտադրողականություն, հատկապես կարծր քարերի մշակման ժամանակ, և շնորհիվ ալմաստի հատիկների ժամանակին բացվելուն՝ կտրման ողջ գործընթացի ժամանակ այս գործիքները չեն կորցնում իրենց կտրող հատկությունները:

Եզրակացություն. Մշակվել է տիտանով մետաղապատված HSD90 (AC200) մակնիշի ալմաստային հատիկներով և 34%Fe+6%Ni+32%Cu+8%Sn+10%WC+10%Cr18 մակնիշի գորշ թուջի տաշեղի՝ փոշի բաղադրությամբ կապակցանյութով քարամշակման գործիքների պատրաստման նոր տեխնոլոգիա: Նշված տեխնոլոգիայով ալմաստամետաղական կոմպոզիտային նյութերից պատրաստված գործիքներն ունեն բարձր արտադրողականություն՝ շնորհիվ տիտանով մետաղապատված ալմաստային հատիկների օգտագործման և կոմպոզիտի մեջ վոլֆրամի կարբիդի ու գորշ թուջի 8…12% ավելացման: Դա նպաստում է արտադրողականության առավելագույն արժեքի ստացմանը:

Հետազոտությունները կատարվել են ՀՀ ԿԳՄՄ նախարարության գիտության կոմիտեի ֆինանսավորմամբ՝ № 18T-2F096 գիտական ծրագրի շրջանակներում:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Сидоренко Д.А.** Усовершенствование технологии получения алмазных отрезных сегментных кругов и сверл путем наномодифицирования связок на основе меди и железа: Автореф. дис. …канд. техн. наук: 05.16.06.- М., 2012.- 18 с.
2. **Бойцов А.Г., Дудаков В.Б., Шкарупа М.И.** Металлообработка, Металлургия // Специализированный журнал РИТМ.- 2014.- N9.- С. 5-8.
3. **Агбалян А.С., Ордян Н.А., Мартиросян А.М., Погосян Х.В.** Новая технология изготовления алмазных инструментов на металлических связках // Вестник НПУА: Металлургия, материаловедение, недропользование.- Ереван, 2017.- N 1.- С. 16-25.
4. Разработка технологии изготовления высокопроизводительных алмазных инструментов на металлической связке методом жидкофазного спекания / **А.М. Мартиросян, С.Г. Агбалян, Н.А. Ордян, А.С. Агбалян, Х.В. Погосян** // Сб. тез. докл. II Межд. конф. молодых ученых, работающих в области углеродных материалов.- М., 2019.- С. 187-190.
5. Քարամշակման արտադրությունում օգտագործվող ալմաստամետաղական կոմպոզիտային նյութերի ստացման տեխնոլոգիաները և առանձնահատկությունները / **Ս.Գ. Աղբալյան, Ն.Ա. Օրդյան, Ա.Մ. Մարտիրոսյան, Ա.Ս. Աղբալյան, Խ.Վ. Պողոսյան** // Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարանի Լրաբեր. Գիտական հոդվածների ժողովածու.- Երևան, 2019.- Մաս 2.- էջ 508-522:
6. Изучение возможностей оптимизации технологии изготовления алмазных инструментов на металлической связке / **А.И. Саградян, С.Г. Агбалян, А.М. Мартиросян, Н.А. Ордян, Х.В. Погосян** // Научно-технический сборник “Різания та инструменти в технологічних системах”.- Харьковский Национальный технический университет (ХПИ).- Харьков, 2020.- Вып. 92.- С. 136-143.
7. Исследование механизма структурообразования в переходном слое металлоалмазных композиционных материалов с металлизированными алмазными зернами, полученных жидкофазным свободным спеканием / **С.Г. Агбалян, Н.А. Ордян, А.М. Мартиросян, А.С. Агбалян, Х.В. Погосян** // Вестник НПУА: Металлургия, материаловедение, недропользование.- Ереван, 2020.- № 1.- С. 39-51.
8. **Оганян А.П.** Разработка технологии металлизации алмазных порошков термодиффузионным насыщением: Автореф. дис. … канд. техн. наук.- Л., 1987.- 16с.
9. **Казарян А.Н.** Технология нанесения металлических покрытий на алмазные порошки методом газотранспортных реакций: Автореф. дис. … канд. техн наук.- Ереван, 1990.- 17с.
10. Разработка связки для изготовления алмазнометаллического инструмента методом свободного спекания / **А.М. Мартиросян, А.С. Агбалян, Н.А. Ордян, А.С. Агбалян, Х.В. Погосян** // Сб. тез. докл. 12-й Межд. конф. “Углерод: фундаментальные проблемы науки, материаловедение, технология”.- М., Троицк, 2020.- С. 107-110.

Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարան: Նյութը ներկայացվել է խմբագրություն 06.12.2021:

С.Г. АГБАЛЯН, Н.А. ОРДЯН, А.М. МАРТИРОСЯН, А.С. АГБАЛЯН, Х.В. ПОГОСЯН

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ГОРЯЧИМ ПРЕССОВАНИЕМ С МЕТАЛЛИЗИРОВАННЫМИ АЛМАЗНЫМИ ЗЕРНАМИ

Разработана новая технология изготовления алмазных инструментов на связке состава 34% Fe+6% Ni+32% Cu+8% Sn+10% WC+10% Сч18 и с металлизированными титаном алмазными зернами марки HSD90 (AC200), включающая процессы изготовления композиционной шихты, холодное прессование, спекание, горячее прессование и механическую обработку. Выбраны и обоснованы оптимальные режимы спекания и горячего прессования: температура спекания - 800±20^{0}C, время выдержки - 0,75…1,0 *час;* температура горячего прессования - 850±10^0*C*, время выдержки - 25…30 *мин*, удельное давление - 80…100 *МПа.* В этом случае твердость композита составляет 60…102 HRB, ударная вязкость KCU - 2…36 *кДж/м*^{2}, прочность на срез - 23…160 *МПа.*

Показано, что композиционный материал имеет гетерогенную структуру: матрица представляет собой в основном смесь α (твердый раствор олова в меди – с 13,5*%*-ым содержанием олова) и δ фаз ($Cu_{31}Sn_8$), в которой равномерно распределены твердые растворы α железа и никеля, а также интерметаллидные фазы с оловом и медью, а наполнители – зерна графита и карбида вольфрама - видны как отдельные зерна. В то же время присутствие серого чугуна в композите приводит к образованию свободного графита, что способствует улучшению антифрикционных свойств композита.

Ключевые слова: металлизированные алмазные зерна, связка, шихта, холодное прессование, спекание, горячее прессование, металлоалмазный композиционный материал, структурообразование, износостойкость.

S.G. AGHBALYAN, N.A. ORDYAN, A.M. MARTIROSYAN, A.S. AGHBALYAN, KH.V. POGHOSSYAN

DEVELOPING A TECHNOLOGY FOR OBTAINING COMPOSITE MATERIALS BY HOT PRESSING WITH METALLIZED DIAMOND GRAINS

A new technology has been developed for the manufacture of diamond tools with a bond of 34% Fe+6% Ni+32% Cu+8% Sn+10% WC+10% Сч18 and with titanium metallized diamond grains of HSD90 (AC200) grade, including the processes of manufacturing a composite mixture, cold pressing, sintering, hot pressing and machining. Optimal sintering and hot pressing regimes were selected and substantiated: sintering temperature: 800 ± 200C, holding time: 0,75...1,0 *hour,* hot pressing temperature: 850 ± 10^0*C*, holding time: 25...30 *minutes*, specific pressure: 80...100 *MPa*, in this case the hardness of the composite is 60...102 HRB, impact strength KCU 2...36 *kJ/m*^{2}, shear strength is 23...160 *MPa*.

It is shown that the composite material has a heterogeneous structure: the matrix is mainly a mixture of α (hard alloy of tin in copper - with a 13,5*%* tin content) and δ phases ($Cu_{31}Sn_8$), in which solid solutions of α iron and nickel, as well as intermetallic phases with tin and copper, and fillers - grains of graphite and tungsten carbide, are seen as separate grains. At the same time, the presence of gray cast iron in the composite leads to the formation of free graphite, which improves the antifriction properties of the composite.

Keywords: metallized diamond powders, bond, mixture, cold pressing, sintering, hot pressing, metal-diamond composite material, structure formation, wear resistance.