

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

ՀԱԼՈՓԵՆԱՑԻՆ ՄԻՋԱՎԱՅՐՈՒՄ ԱԼՄԱՍՏԱՑԻՆ ՀԱՏԻԿՆԵՐԻ ՄԵՏԱՂԱՊԱՏՄԱՆ ԳՈՐԾԸՆԹԱՑԻ ՏԵՄԱԿԱՆ ՀԻՄՆԱՎՈՐՈՒՄԸ

Ցույց է տրված, որ միաբաղադրիչ համակարգում նույնիսկ առաջին կարգի պարզեցված ռեակցիաները շատ դժվար է իրականացնել փորձնականորեն, իսկ բազմաբաղադրիչ համակարգերն առավել ևս դժվար են և անկանխատեսելի: Ավելի բարձր կարգի ռեակցիաները, որոնք բնութագրական են մետաղապատման գործընթացին, ունեն ոչ գծային դիֆերենցիալ հավասարումների տեսք, որոնց կիրառումը պրակտիկորեն հնարավոր չէ:

Կատարվել է հալոգենային միջավայրում ալմաստային հատիկների մետաղապատման ընթացքում տեղի ունեցող նյութատեղափոխության ռեակցիաների տեսական վերլուծություն, որից ելնելով՝ գործընթացի փուլայնությունը ներկայացվել է առաջին կարգի ռեակցիաներով, համաձայն որի՝ մետաղապատման իրականացվում է միակողմանի նյութատեղափոխությամբ:

Առանցքային բառեր. ալմաստային հատիկ, հալոգենային միջավայր, ադսորբում, դիֆուզիա, դեսորբում, նյութատեղափոխություն, մետաղապատում, կապակցանյութ, գործիք, ամրություն, մաշակայունություն:

Ներածություն. Ժամանակակից քարամշակման արտադրությունում լայն կիրառություն են գտել ալմաստային գործիքները, որոնց ներկայացվող պահանջներն են բարձր արտադրողականությունը, օգտագործման արդյունավետությունը, հուսալիությունը և կայունությունը: Այդ իսկ պատճառով նշված պահանջները բավարարող նոր գործիքների ստեղծումը խիստ արդիական խնդիր է:

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 հատիկների ամրությունը, այլ նաև ստեղծել ամուր կապ ալմաստային հատիկների և կապակցանյութի միջև: Այս առումով խիստ հեռանկարային է հալոգենային միջավայրում ալմաստային հատիկների մետաղապատման գործընթացի տեսական հիմնավորումը:

Ելնելով վերոհիշյալից, աշխատանքի նպատակն է տեսական հետազոտությամբ հիմնավորել հալոգենային միջավայրում ալմաստային հատիկների մետաղապատման գործընթացը և բացահայտել հիմնական օրինաչափություններն ու առանձնահատկությունները:

Խնդրի դրվածքը և մեթոդիկայի հիմնավորումը. Կապակցանյութերն ամրացնում և պահում են ալմաստային հատիկները մշակող գործիքի աշխատանքային շերտում, ընդ որում, ալմաստային գործիքի աշխատունակությունը հիմնականում կախված է կապակցանյութի հատկություններից, որն ընտրվում է՝ կախված մշակվող նյութի հատկություններից, գործիքի տիպից և աշխատանքային ռեժիմներից: Քարամշակման գործիքների օգտագործման արդյունավետության բարձրացման նպատակով դրանցում առկա ալմաստային հատիկները ենթարկվում են մետաղապատման կամ ուլտրաձայնային և այլ տեսակի մշակման: Ի տարբերություն չմետաղապատված ալմաստային հատիկներով կոմպոզիտային նյութերի, որոնցում ալմաստի հատիկները պահվում են միայն մեխանիկական կապի միջոցով, մետաղապատված ալմաստային հատիկներով կոմպոզիտային նյութերում ալմաստի հատիկների պահման ամրությունը, հետևաբար՝ նաև այդ նյութերից պատրաստված գործիքի կայունությունը, շատ մեծ է: Ալմաստային հատիկի մետաղապատումից հետո «ալմաստ-մետաղածածկույթ-կապակցանյութ» անցումային շերտերում թրջման գործընթացը բարելավվում է, և ստեղծվում քիմիական կապ: Ալմաստի հատիկների մետաղապատումը բարձրացնում է ալմաստահատիկի ամրությունը, նպաստում է ջերմության արագ հեռացմանը «մշակող ալմաստային գործիք - մշակվող նյութ» գոտուց, մեծացնում է 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]:

Մետաղապատման համար նախատեսված ծածկույթները պայմանականորեն կարելի է բաժանել երեք խմբի՝ մետաղական, ոչ մետաղական և կոմպոզիտային: Առավել լայն կիրառություն են գտել մետաղական ծածկույթները: Մետաղապատումը կատարվում է էլեկտրոլիտիկ, մետաղների կարբոնիլների քայքայման կամ պլազմաքիմիական եղանակներով, ինչպես նաև վակուումային միջավայրում՝ հեղուկ մետաղների հալույթով, կատոդային փոշոտումով, էլեկտրոնապլազմային գոլթիացման ու խտացման եղանակներով և այլն: Ծածկույթները կարող են լինել միաշերտ, երկշերտ և բազմաշերտ, ընդ որում, ալմաստային հատիկների մետաղապատումն իրականացվում է կաշուն-ակտիվ միաշերտ կամ բազմաշերտ ծածկույթներով: Սկզբում ալմաստի հատիկը պատվում է ֆերոմագնիսական մետաղի շերտով, որից հետո հատիկի տարբեր մասերում տարբեր

հաստությամբ մետաղ է նստեցվում, որի արդյունքում ստացվում են սնկաձև հատիկներ [4]: Ընդ որում, մետաղական ծածկույթի նյութի ընտությունը պայմանավորված է մշակող գործիքի տեխնիկական պահանջներով, գործիքում օգտագործվող կապակցանյութով: [5, 6] աշխատանքներում հիմնավորվել է, որ ալմաստային հատիկների մետաղապատումը բարձրացնում է դրանց ամրությունը, մեծացնում կարծրությունը, ջերմահաղորդականությունը, ալմաստային շերտի հարվածային մածուցիկությունը, մետաղապատման շնորհիվ ստեղծվում է ալմաստային հատիկների և մետաղական կապակցանյութի միջև ամուր կապ, և հետևաբար՝ մեծանում է նաև ալմաստային հատիկներից կազմված մշակող գործիքի երկարակեցությունը: Կախված ալմաստային հատիկների մակնիշից և հատիկայնությունից, մետաղապատումից հետո դրանց ամրությունը կարող է բարձրանալ 1,3...2 անգամ: Դա պայմանավորված է նրանով, որ ալմաստային հատիկում գոյություն ունեցող արատները լցնելուց ու ամրացնելուց հետո ալմաստային հատիկի վրա մետաղի շերտի ավելացումը նպաստում է ամրության հատկությունների մեծացմանը:

Հետազոտության արդյունքները. Ալմաստային հատիկների մետաղապատման ժամանակ նյութատեղափոխության ռեակցիաներն ընդգրկում են հետևյալ փուլերը՝

1. ծածկութապատող մետաղի քլորացում ($\text{Me}\Gamma$),
 2. ծածկութապատող մետաղի քլորիդների ($\text{Me}\Gamma$) դիֆուզիա, որն ընթանում է հատիկի մակերևույթում,
 3. ծածկութապատող մետաղի քլորիդների ($\text{Me}\Gamma$) և H_2 –ի ադսորբում հատիկի մակերևույթում,
 4. քիմիական ռեակցիա ադսորբված նյութերի միջև ($\text{Me}\Gamma + \text{H}_2$), որն ուղեկցվում է Me^* և $\text{H}\Gamma$ –ի առաջացումով,
 5. հատիկի մակերևույթից ռեակցիայի արգասիքների ($\text{H}\Gamma$) դեսորբում:
- Նյութատեղափոխության ռեակցիաների փուլայնությունը կարելի է ներկայացնել որպես առաջին կարգի ռեակցիա, հատկապես՝



որտեղ Me^* –ն ալմաստի մակերևույթին ծածկույթ առաջացնող մետաղն է ատոմային վիճակում, C^* –ն՝ ալմաստի մակերևույթին առաջացած գրաֆիտը ատոմային վիճակում, իսկ MeC –ն՝ ծածկույթ առաջացնող մետաղի կարբիդը:

Օգտվելով քիմիական կինետիկայի օրենքներից [7], երկրորդ փուլի արագությունը կարելի է ներկայացնել որպես կոնցենտրացիայի անկում՝ ենթադրելով, որ տեղի է ունենում պարզ դիֆուզիոն նյութատեղափոխություն՝

$$V_{Me\Gamma} = K_{Me\Gamma} (P_{Me\Gamma} - P_{Me\Gamma}^0), \quad (5)$$

որտեղ $V_{Me\Gamma}$ -ն դեպի ավաստի հատիկի մակերևույթ ընթացող մետաղի քլորիդի դիֆուզիայի արագությունն է, $K_{Me\Gamma}$ -ն՝ $Me\Gamma$ բաղադրիչի նյութատեղափոխության գործակիցը, $P_{Me\Gamma}$ -ն և $P_{Me\Gamma}^0$ -ն՝ $Me\Gamma$ բաղադրիչի պարզիալ ճնշումներն ավաստի հատիկի մակերևույթի վրա, որտեղ ընթանում է ռեակցիան, համապատասխանաբար տվյալ պահին և հավասարակշռված վիճակում:

Ատոմների կամ մոլեկուլների հոսքը, որը կարող է կաշել թաղանթին, որոշվել է համաձայն Հերց-Կնուդսեն-Լենգմյուրիի տեսության՝ [8] հետևյալ բանաձևով.

$$I = \frac{\alpha (P_{Me\Gamma} - P_{Me\Gamma}^0)}{\sqrt{2\pi MRT}}. \quad (6)$$

Քանի որ ոչ բոլոր ադսորբված մոլեկուլներն են կաշում մակերևույթին, այդ պատճառով էլ α -ի մեծությունը փոփոխվում է $0 < \alpha < 1$ տիրույթում: Չադսորբված մասնիկները ենթարկվում են դեսորբման հետևյալ ռեակցիայով (երրորդ փուլ).



(2) և (7) բանաձևերից հետևում է, որ չորրորդ փուլի գործնթացը ընթանում փոխանակման հիմքի վրա: Ընդ որում, (2) ուղիղ և (7) հակադարձ ռեակցիաները $Me\Gamma$ և $H\Gamma$ բաղադրիչների նկատմամբ առաջին կարգի են: Ռեակցիայի գումարային արագությունը կլինի՝

$$V_S = K_1 P_{Me\Gamma} - K_2 P_{H\Gamma}, \quad (8)$$

որտեղ $P_{H\Gamma}$ -ն $H\Gamma$ բաղադրիչի պարզիալ ճնշումն է ավաստի հատիկի մակերևույթի վրա, այսինքն՝ ռեակցիայի տիրույթում, իսկ K_1 -ը և K_2 -ը՝ ուղիղ և հակադարձ ընթացող ռեակցիաների արագության հաստատուններն են:

Մետաղապատված ավաստի հատիկի մակերևույթից ռեակցիայի հետևանքով առաջացած $H\Gamma$ արգասիքների դիֆուզիայի արագությունը, այսինքն՝ դեսորբումը (հինգերորդ փուլ) կլինի,

$$V_{H\Gamma} = K_{H\Gamma} (P_{H\Gamma} - P_{H\Gamma}^0), \quad (9)$$

որտեղ $K_{H\Gamma}$ -ն $H\Gamma$ բաղադրիչի նյութատեղափոխության գործակիցն է:

Եթե Me^* նստեցման գործընթացը ընթանում է ստացիոնար պայմաններում, ապա հետագա գործընթացների արագություն կլինի՝

$$V_{Me\Gamma} = V_S = V_{H\Gamma} = V, \quad (10)$$

որտեղ V -ն ռեակցիայի ամբողջական արագությունն է:

(5) և (9) ռեակցիաներից, հաշվի առնելով (10)–րդ ռեակցիան, գտնում ենք $P_{Me\Gamma}$ ու $P_{H\Gamma}$ –ն և տեղադրելով այդ արժեքները (8)–ում ու կատարելով համապատասխան գործողություններ՝ կստանանք.

$$V = \frac{K_1 P_{Me\Gamma}^0 - K_2 P_{H\Gamma}^0}{1 - \frac{K_1}{K_{Me\Gamma}} + \frac{K_2}{K_{H\Gamma}}}. \quad (11)$$

Ենթադրելով, որ [9]՝

$$K_{Me\Gamma} = K_{H\Gamma} = K_0, \quad (12)$$

որտեղ K_0 –ն նյութափոխության ընդհանուր գործակիցն է, (11) բանաձևը կարելի է գրել հետևյալ տեսքով՝

$$V = \frac{K_1 P_{Me\Gamma}^0 - K_2 P_{H\Gamma}^0}{1 - \frac{K_1 - K_2}{K_0}}. \quad (13)$$

Ռեակցիայի (V) արագության կախվածությունը պարզիալ ճնշումներից ($P_{Me\Gamma}^0, P_{H\Gamma}^0$) թույլ չի տալիս առանձնացնել դիֆուզիոն և կինետիկ ռեժիմները, քանի որ երկու գործընթացներն էլ $Me\Gamma$ բաղադրիչի նկատմամբ ունեն առաջին կարգ: Հայտնի է նաև [10], որ նյութատեղափոխության արագությունը ճնշման որոշակի միջակայքում համընկնում է դիֆուզիայի արագությանը:

Մետաղապատման գործընթացը կատարվում է պինդ ֆազում՝ համաձայն (4) երկմոլեկուլյար ռեակցիայի: Այս դեպքում ռեակցիայի արագությունը համեմատական է փոխազդող բաղադրիչներից մեկի կոնցենտրացիային, այսինքն՝ $Me^{\bullet}$ –ին՝

$$\frac{dC_{Me^{\bullet}}}{d\tau} = -K_{Me^{\bullet}} C_{Me^{\bullet}}, \quad (14)$$

որտեղ $C_{Me^{\bullet}}$ –ը $Me^{\bullet}$ –ի կոնցենտրացիան է, որը նվազում է (4) ռեակցիայի ժամանակ, որի պատճառով էլ (14) բանաձևում առաջանում է միևնույն նշանը, τ –ը ժամանակն է, $K_{Me^{\bullet}}$ –ը՝ ռեակցիայի արագության հաստատունը:

(14) հավասարման ինտեգրումից կստանանք՝

$$\ln C_{Me^{\bullet}} = -K_{Me^{\bullet}} t + Q_{Me^{\bullet}}, \quad (15)$$

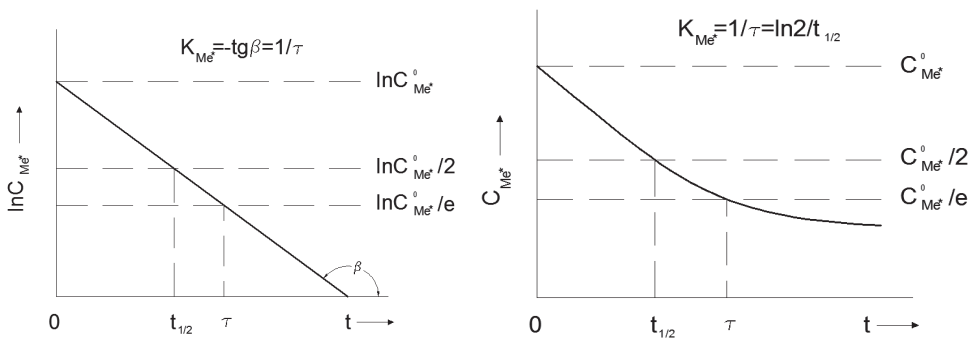
որտեղ $Q_{Me^{\bullet}}$ –ն ինտեգրման հաստատունն է, որը որոշվում է փորձի նախնական պայմաններից:

$t=0$ և $C_{Me^{\bullet}}^0$ նախնական կոնցենտրացիաների դեպքում $Q_{Me^{\bullet}} = \ln C_{Me^{\bullet}}^0$, հետևաբար, (15) բանաձիգ ստանում ենք՝

$$C_{Me*} = C_{Me*}^0 \cdot e^{-k_{Me*}t} \quad (16)$$

Նկարում ներկայացված է (16) հավասարման գրաֆիկական պատկերը, որը կարելի է օգտագործել փորձի արդյունքների մշակման ժամանակ:

Լոգարիթմական գրաֆիկից երևում է, որ $K_{Me*} = -\lg \beta$: $t_{1/2}$ ժամանակի ընթացքում կոնցենտրացիան $C_{Me*} = 1/2 C_{Me*}^0$, որտեղ $t_{1/2} = \ln 2 / K_{Me*}$, այսինքն՝ կիսատրոհված վիճակ է: Կոնցենտրացիայի փոքրացումն ընթանում է էքսպոնենցիալ օրենքով, և τ ժամանակ հետո ստանում ենք $C_{Me*} = 1/e C_{Me*}^0$, որտեղ τ -ն փոխակերպության միջին ժամանակն է, իսկ $e=2,718$: $t_{1/2}$ -ն և τ -ն ուղղակիորեն կապված են ռեակցիայի արագության հաստատունի հետ և կախված չեն (Me^* , C^*) փոխազդող նյութերի սկզբնական կոնցենտրացիաներից: Սակայն պինդ ֆազային ռեակցիաների մեխանիզմն առայժմ ամբողջությամբ ուսումնասիրված չէ, հատկապես դա վերաբերում է (4) ռեակցիային, որտեղ $[C]$ ալմաստի փոխազդեցությունը համարյա չեզոք է:



Նկ. $\ln C_{Me*} = f(t)$ կախվածության գրաֆիկն առաջին կարգի ռեակցիայի դեպքում

Դիտարկենք n բաղադրիչներից բաղկացած $C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$ համակարգ, որտեղ երկու ցանկացած բաղադրիչների միջև հնարավոր է, որ ընթանա առաջին կարգի ռեակցիա.

$$\begin{array}{c} K_{jm} \\ C_j \rightleftharpoons C_m: \\ K_{mj} \end{array} \quad (17)$$

Մաթեմատիկական մշակման, ինչպես նաև պարզեցման նպատակով ընդունենք, որ ռեակցիայի արագությունը համեմատական է փոխազդող նյութերից միայն մեկի կոնցենտրացիային, օրինակ, $dC_m/dt = -K_m C_m$: Այս դեպքում բաղադրիչների ռեակցիայի արագությունը որոշվում է n համակարգի հետևյալ գծային դիֆերենցիալ հավասարումով՝

$$\frac{dC_m}{dt} = \sum_{i=1}^n K_{im} C_i, \quad (18)$$

որի բնդհանուր լուծուՄր կլիհնի [7]՝

$$C_m = \sum_{j=1}^n a_{mj} e^{-\lambda_j t} + \Theta_m, \quad (19)$$

որտեղ a_{mj} , λ_j -ն հաստատուններ են և որոշվում են (18) և (19) հավասարումների արժեքից, Θ_m -ը ինտեգրման հաստատունն է, որոշվում է $C_m = C_m^0$ նախնական պայմանից, երբ $t=0$, ըստ (19) բանաձևի՝

$$\Theta m = c_m^0 - \sum_{j=1}^n a_{mj} : \quad (20)$$

(19) բանաձևի հիման վրա կարելի է գրել՝

$$C_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} e^{-\lambda_j t} + \Theta_i, \frac{dC_m}{dt} = - \sum_{j=1}^n a_{mj} \lambda_j e^{-\lambda_j t} : \quad (21)$$

(18) և (21) հավասարումներից կատանանք՝

$$\sum_{i=1}^n e^{-\lambda j t} (a_{mj} \lambda_j + \sum_{i=1}^n K_{im} a_{ij}) + \sum_{i=1}^n K_{im} \Theta_i = 0: \quad (22)$$

t -ի բոլոր արժեքների դեպքում (22) հավասարման լուծումը հնարավոր է միայն այն ժամանակ, երբ $e^{-\lambda_j t}$ -ի դեպքում գործակիցը և հավասարման վերջին անդամը հավասար են զրոյի: Հետևապես, յուրաքանչյուր m -ի համար առկա են n հավասարումներ, ինչպիսիք են՝

$$\lambda_j a_{mj} + \sum_{i=1}^n K_{im} a_{ij} = 0, \quad (23)$$

$$\sum_{i=1}^n K_{im} \Theta_i = 0: \quad (24)$$

Հավասարումների ընդհանուր թիվը կլինի $n(n+1)$, որը բավարար է գտնելու n^2 գործակիցներով a_{ij} և n էքսպոնենտ λ_j : Տրված j -ի համար, երբ $m = 1, \dots, n$ (23) հավասարումից ստացվում է n գծային հավասարումների համակարգ՝

$$\begin{cases} (K_{11} + \lambda_j)a_{1j} + K_{21}a_{2j} + \cdots + K_{n1}a_{nj} = 0, \\ K_{12}a_{1j} + (K_{22} + \lambda_j)a_{2j} + \cdots + K_{n2}a_{nj} = 0, \\ \vdots \\ K_{1n}a_{1j} + K_{2n}a_{2j} + \cdots + (K_{nn} + \lambda_j)a_{nj} = 0: \end{cases} \quad (25)$$

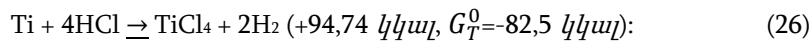
(25) դետերմինանտի լուծումը հանգեցնում է λ -ի նկատմամբ n -րդ կարգի հանրահաշվական հավասարման, որի արմատներն են՝ $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$: Օգտագործելով (20), (24) և (25) հավասարումները, գտնում ենք $a_{ij}, \dots, a_{nj}$ մեծությունները:

Ինչպես երևում է, միաբաղադրիչ համակարգում նույնիսկ առաջին կարգի պարզեցված ռեակցիաները շատ դժվար է իրականացնել փորձնականորեն, իսկ բազմաբաղադրիչ համակարգերն առավել ևս դժվար են և անկանխատեսելի:

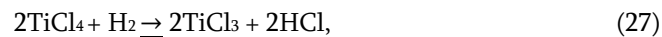
Ինչ վերաբերում է ավելի բարձր կարգի ռեակցիաներին, որոնք բնութագրական են մետաղապատման գործընթացին, ապա պետք է նշել, որ այդ ռեակ-

ցիաներն ունեն ոչ գծային դիֆերենցիալ հավասարումների տեսք, որոնց կիրառումը պրակտիկորեն հնարավոր չէ:

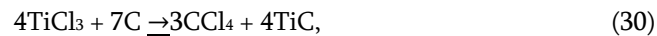
Ելանյութերի քլորացումը և ալմաստային հատիկների մետաղապատումը պայմանավորված չեն բարդություններով, և դրանք ընթանում են համաձայն (1), (2), (3) և (4) ռեակցիաների: Ալմաստային հատիկների մետաղապատումը Ti-ով մի փոքր բարդ է, չնայած Ti-ի փոխազդեցությունը HCl-ի հետ կատարվում է 300...350 °C-ում՝ ըստ հետևյալ ռեակցիայի [11]՝



Աշխատանք [12]-ում նշվում է, որ տիտանի տետրաքլորիդը (TiCl₄) 1000...1650 °C ջերմաստիճանային տիրույթում չի վերականգնվում ջրածնով մինչև մետաղական վիճակը: Գործընթացն ուղեկցվում է տիտանի երկ- և եռաքլորիդների, ինչպես նաև HCl առաջացումով՝



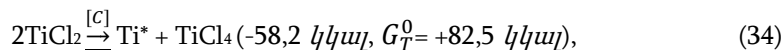
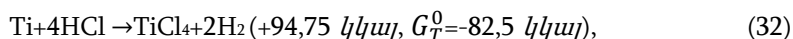
Ածխածնով տիտանի քլորիդների վերականգնման հնարավորությունը պարզելու համար, բացի փորձից, կատարվել է նաև թերմոդինամիկական հաշվարկ հետևյալ ռեակցիաների համար՝



որոնք ցույց են տալիս, որ ածխածինը չի կարող լինել վերականգնիչ:

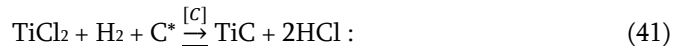
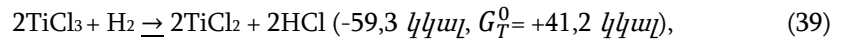
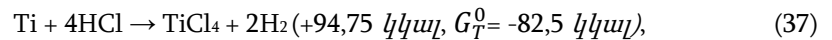
[13] աշխատանքի վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ ալմաստային հատիկների տիտանապատման համար կարելի է ենթադրել հետևյալ մեխանիզմը:

1. Տիտանապատում չեզոք միջավայրում, օրինակ՝ Ar-ում.



(34) ռեակցիան հայտնի է, և նրա թերմոդինամիկական պայմանները բերված են [11] աշխատանքում: Հայտնի է նաև, որ TiCl_2 -ը անկայուն միացություն է և կատալիզատորի մակերևույթի վրա հեշտությամբ քայքայվում է՝ առաջացնելով մետաղական Ti (T^*), որից հետո, ըստ (36) ռեակցիայի, տեղի է ունենում մետաղապատում:

2. Ջրածնի միջավայրում (H_2)՝



(38) և (41) ռեակցիաները գրեթե ուսումնասիրված չեն: Դժվարությունն այն է, որ H_2 -ը շատ լավ լուծվում է Ti -ի մեջ [14]:

Ջրածինը ցածրացնում է Ti պոլիմորֆ փոխակերպության ջերմաստիճանը $882,5^\circ\text{C}$ -ից մինչև 319°C , որից հետո սկսում է նեղանալ α ֆազի տիրույթը, այսինքն՝ ջրածնի լուծվելիությունը α - Ti -ում ձգտում է գրոյի (H -ի առավելագույն լուծվելիությունը α - Ti -ում հասնում է $6,7$ *ատոմ. %* 319°C -ում), և մեծանում է β ֆազի տիրույթը (H -ի առավելագույն լուծվելիությունը β - Ti -ում հասնում է $40,0$ *ատոմ. %* 319°C -ում): 319°C -ից ցածր ջերմաստիճաններում տեղի է ունենում β ֆազի էվտեկտոիդային փոխակերպություն α և γ ֆազերի (Ti և TiH -ի պինդ լուծույթի): Ti -ի և H_2 -ի փոխազդեցության արգասիքը ոչ միայն տիտանի մոնոհիդրիդն է (TiH), այլ նաև տիտանի երկհիդրիդը (TiH_2), որը պարունակում է $66,7$ *ատոմ. %* H_2 :

500°C -ում ջրածնի դիֆուզիայի գործակիցը α - Ti -ում հավասար է $1,5 \cdot 10^{-9}$ $\text{մ}^2/\text{վ}$, որը հազար անգամ ավելի է մետաղների իրար մեջ դիֆուզիայի գործակիցից: β - Ti -ում դիֆուզիայի գործընթացները բավականին արագանում են: Սակայն H_2 -ի լուծվելիությունը Ti -ի մեջ հակադարձելի է: Օրինակ, 640°C -ի դեպքում տեղի է ունենում ջերմային դիսոցում՝ $\text{TiH} \rightarrow \text{Ti} + \text{H}_2$: Տիտանի երկհիդրիդը ջրածնում կայուն է 400°C -ից բարձր ջերմաստիճաններում, սակայն $800 \dots 1000^\circ\text{C}$ ջերմաստիճանային միջավայրում քայքայվում է:

Եթե ալմաստային հատիկների տիտանապատումն իրականացվի ջրածնի միջավայրում, ապա այդ ամենը պետք է հաշվի առնվի:

Ինչպես ցույց են տալիս թերմոդինամիկական հաշվարկները, որոնք կատարվել են

$$\Delta G_T^0 = \Delta H_{298}^0 - T \cdot \Delta S_{298}^0 \quad (42)$$

հայտնի բանաձևով, Ti քլորացման ռեակցիաները և ջրածնի, և արգոնի միջավայրում ունեն զրոյից ցածր ΔG_T^0 : Ջերմաստիճանի բարձրացումից տեղի է ունենում ΔG_T^0 – ի փոքրացում, հետևապես՝ բոլոր ռեակցիաներն ընթանում են, իսկ նյութափոխանակության գործընթացն իրական է:

Եզրակացություն. Կատարվել է հալոգենային միջավայրում ալմաստային հատիկների մետաղապատման ժամանակ տեղի ունեցող նյութատեղափոխության ռեակցիաների տեսական վերլուծություն, որից ելնելով՝ գործընթացի փուլայնությունը ներկայացվել է առաջին կարգի ռեակցիաներով, համաձայն որոնց՝ մետաղապատումն իրականացվում է միակողմանի նյութատեղափոխությամբ:

Հետազոտությունը կատարվել է Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարանի «Նյութագիտություն և մետալուրգիա» բազային գիտահետազոտական լաբորատորիայում:

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. МПК В24D3/06. Металлизированное алмазное зерно и способ изготовления металлизированного зерна / **В.П. Кузьмин, Г.К. Монсеев, А.И. Красовский, С.К. Мамонов, В.В. Швайков.**- 2003.
5. Исследование влияния физико-механических характеристик алмазных зерен с металлизированным покрытием на износостойкость шлифовальных кругов / **В.И. Лавриненко, Г.Д. Ильницкая, А.А. Девильский, В.В. Смоквина, А.А. Пасечный, И.Н. Зайцева** // ВЕСТНИК ЖДТУ / Институт сверхтвердых материалов им. В.М. Бакуля НАН Украины.- Киевский национальный университет им. Тараса Шевченко МОН Украины.- 2015.- № 2 (73).
6. Diamond-hard alloy macrocomposite material / **Y.V. Naidich, A.A. Bugaev, A.A. Adamovskii, et al** // Development and application, Powder Metallurgy and Metal Ceramics.- March, 2008.- Vol. 47, issue 3.- P. 191–196.
7. **Benson S.** The Foundations of Chemical Kinetics.- New York, 1960.
8. **Brown M.E., Dolomere D., Galwey A.K.** Reaktion in the solid state.- London, 1980.
9. **Бадад-Захряпин А.А., Кузнецов Г.Д.** Текстурированные высокотемпературные покрытия.- М.: Атомиздат, 1980.- 176 с.

10. Шефер Г. Химические транспортные реакции.- М.: Мир, 1964.- 189 с.
11. Лучинский Г.П. Химия титана.- М.: Химия, 1971.- 471 с.
12. Самсонов Г.В., Эпик А.П. Тугоплавкие покрытия.- М.: Металлургия, 1973.- 399 с.
13. Елютин В.П., Пенекин Г.И., Лысов Б.С. Исследование процесса образования карбида титана // Изв. Вузов. Черная металлургия.- 1964.- N 3.- С.124-126.
14. Ливанов В.А., Буханова А.А., Колачев. Б.А. Водород в титане.- М.: Металлургиздат, 1962.- 224 с.

Հայաստանի ազգային պրիտեխնիկական համալսարան: Նյութը ներկայացվել է խմբագրություն 30.08.2017:

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

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЦЕССА МЕТАЛЛИЗАЦИИ АЛМАЗНЫХ ЗЕРЕН В ГАЛОГЕНСОДЕРЖАЩЕЙ СРЕДЕ

Показано, что в однокомпонентных системах первого порядка простые реакции сложно выполнить экспериментальным путем, а в многокомпонентных системах - наиболее сложно и непредсказуемо. Реакции более высокого порядка, характерные для процесса металлизации, имеют вид нелинейных дифференциальных уравнений, применение которых практически невозможно.

Произведен аналитический анализ реакций материалоперемещения в процессе металлизации алмазных зерен в галогенной среде. В результате этапы процесса представлены реакциями первого порядка, согласно чему реакции производятся односторонним материалоперемещением.

Ключевые слова: алмазное зерно, галогенная среда, адсорбция, диффузия, десорбция, материалоперемещение, металлизация, связка, инструмент, прочность, износостойкость.

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

THEORETICAL SUBSTANTIATION OF THE METALLIZATION PROCESS OF DIAMOND PARTICLES IN A HALOGEN-CONTAINING ENVIRONMENT

It is shown that in single-component systems, even first-class simple reactions are very difficult to carry out experimentally, and multicomponent systems are more complex and unpredictable. The higher-order reactions that are characteristic of the metallization process have the form of non-linear differential equations the application of which is practically impossible.

An analytical analysis of the process of metalization of diamond grains in the halogen environment of the reaction of the material displacement is carried out. As a result of the process, the stages are represented by first-order reactions, according to which the reactions are carried out by unilateral metal variables.

Keywords: diamond grain, halogen environment, adsorption, diffusion, desorption, material displacement, metallization, ligaments, tool, durability, wear resistance.