

Ա.Մ. ԱՐՁՈՒՄԱՆՅԱՆ, Զ.Ա. ՄԻՆԱՍՅԱՆ, Ս.Հ. ՀԱԿՈԲՅԱՆ

**ԷԼԵԿՏՐԱԿԱՆ ԴԱՇՏԻ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅԱՄԲ ԿՈՐՈՒՆԴԵ ԿՏՐՈՂ ԹԻԹԵՂԻԿԻ
ՄԻԿՐՈԿԱՐԾՐՈՒԹՅԱՆ ԳՆԱՀԱՏՄԱՆ ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱԿԱՆ ՄՈՂԵԼ**

Դիտարկվում է էլեկտրական դաշտի ազդեցությամբ գունավոր մետաղների ու համաձուլվածքների սայրային նուրբ մշակման գործընթացում արհեստական կորունդից կտրող թիթեղիկների փխրամրության ու մաշակայունության արդյունավետության բարձրացման հարցը: Մշակված մաթեմատիկական մոդելը թույլ է տալիս հաշվի առնել էլեկտրական դաշտի ազդեցությամբ կտրող թիթեղիկում դիսլոկացիաների արգելակման երևույթը:

Առանցքային բառեր. էլեկտրական դաշտ, արհեստական կորունդ, փխրամրություն, կտրող թիթեղիկ, դիսլոկացիա, արգելակում:

Արհեստական կորունդից կտրող թիթեղիկներով գունավոր մետաղների և համաձուլվածքների սայրային նուրբ մշակման գործընթացը շատ հաճախ հանդիսանում է վերջնամշակման արդյունք: Մշակվող մակերևույթի մաքրությունը, որակն ու ճշգրտությունը հիմնականում կախված են կտրող թիթեղիկի միկրոկարծրությունից, մաշակայունությունից և փշրամաշման ամրությունից:

Բյուրեղային կառուցվածք ունեցող նյութերի ֆիզիկամեխանիկական հատկությունների ուսումնասիրությունը հանգեցնում է այն եզրակացության, որ բյուրեղների իրական ամրությունը շատ անգամ ցածր է տեսական ամրությունից [1]: Դա բացատրվում է բյուրեղային ցանցի դասավորվածության շեղումներով, այսինքն՝ դիսլոկացիաներով: Ցանկացած միաբյուրեղային նյութ ունի բազմազան արատներ, որոնք նվազեցնում են բյուրեղների ամրությունը: Բյուրեղների վրա որոշակի ուժով ազդելու դեպքում արատները բյուրեղներում կսկսեն տեղաշարժվել:

Մի շարք հետազոտություններով պարզվել է, որ կտրող թիթեղիկի անբավարար ամրության պայմաններում նրա փշրումը պայմանավորված է փխրուն կոտրմամբ [2]:

Մշակման նորմալ պայմաններում զգալի ամրության պաշարի գործակից ունեցող կտրող թիթեղիկը չպետք է ենթարկվի փխրուն և պլաստիկ փշրման:

Արհեստական կորունդից կտրող թիթեղիկների փխրամրությունն ու մաշակայունությունը հիմնականում կախված են թիթեղիկի բյուրեղական կողմնորոշումից, բյուրեղային ցանցում առկա արատներից և արհեստական կորունդի ֆիզիկամեխանիկական հատկություններից: Հետևաբար, արհեստական կորունդից կտրող թիթեղիկների փխրամրությունն ու մաշակայունությունը կարելի է բարձրացնել դրանց ճշգրիտ կողմնորոշմամբ, բյուրեղային ցանցի արատների նվազեցմամբ և ֆիզիկական որոշակի երևույթներով կտրող թիթեղիկների ֆիզիկամեխանիկական հատկությունների լավարկմամբ:

Գունավոր մետաղների և համաձուլվածքների սայրային նուրբ մշակման ժամանակ արհեստական կորունդից կտրող թիթեղիկի միկրոկարծրությունը կարելի է որոշել հետևյալ բանաձևով [3].

$$H = \frac{G \cdot b}{K} \cdot \sqrt{\rho}, \quad (1)$$

որտեղ G - ն սահքի մոդուլն է, b - ն՝ Բյուրգերսի վեկտորը, K - ն՝ հատուկ գործակից, ρ - ն՝ արհեստական կորունդից կտրող թիթեղիկում դիսլոկացիաների միջին խտությունը: Միկրոկարծրությունը բնութագրվում է որպես բյուրեղի ներսում ընտրված միավոր մակերևույթը թափանցող դիսլոկացիաների քանակ:

Եթե կտրող թիթեղիկի վրա ազդենք որոշակի ուժով, ապա նրանում դիսլոկացիաների միջին խտությունը կսկսի աճել մինչև $10^{11} \dots 10^{12}$: Դիսլոկացիաների խտության հետագա աճը կհանգեցնի կտրող թիթեղիկի քայքայման (փշրման) [4]:

K հատուկ գործակիցը որոշվել է փորձնական ճանապարհով և մոտարկվել հետևյալ բանաձևով.

$$K = nH - m, \quad (2)$$

որտեղ n - ը և m - ը փորձնական ճանապարհով ստացված գործակիցներ են, և արհեստական կորունդից կտրող թիթեղիկի համար $n = 8,3 \cdot 10^{-12}$, $m = 0,166$:

Դեֆորմացիայի համար անհրաժեշտ լարումը որոշվում է հետևյալ բանաձևով [4].

$$\sigma = \frac{Gb}{k} \cdot \sqrt{\rho}, \quad (3)$$

որտեղ k - ն թվային բազմապատկիչ է ($k = 3$):

Ելնելով (3) արտահայտությունից, դիսլոկացիաների միջին խտության համար կարող ենք գրել.

$$\sqrt{\rho} = \frac{\sigma k}{Gb}: \quad (4)$$

Քանի որ կտրման գործընթացում արհեստական կորունդից կտրող թիթեղիկի վրա ազդում է կտրման P_z ուժը, ապա կտրող թիթեղիկում դիսլոկացիաների միջին խտության համար կստանանք.

$$\sqrt{\rho} = \frac{P_z k}{S G b}, \quad (5)$$

որտեղ S - ը կտրող թիթեղիկի առջևի մակերևույթի մակերեսն է:

Գոյություն ունեն բյուրեղային կառուցվածք ունեցող նյութերի ամրության բարձրացման բազմաթիվ եղանակներ, որոնցից են բարձր ջերմաստիճանի պայմաններ-

րում հատուկ ջերմամշակման ենթարկելու գործընթացը, լուսային աղբյուրի և էլեկտրամագնիսական դաշտի ազդեցությունները և այլն [4-7]: Այս դեպքում արհեստական կորունդից կտրող թիթեղիկը ջերմամշակման ենթարկել նպատակահարմար չէ. թեև նշված գործընթացներից հետո կբարձրանան կտրող թիթեղիկի ամրությունն ու մաշակայունությունը, սակայն հետագա մշակման և մաշումից հետո վերասրման ժամանակ կառաջանան որոշակի դժվարություններ:

Գունավոր մետաղների և համաձուլվածքների սայրային մշակման ժամանակ միաբյուրեղային կտրող գործիքները լուսային ազդեցության ենթարկելը նույնպես նպաստում է կտրող թիթեղիկի ամրության և մաշակայունության բնութագրերի լավարկմանը՝ շնորհիվ միաբյուրեղում դիսլոկացիաների արգելակման [4]:

Նշված գործընթացներից շատերը կապված են դիսլոկացիաների շարժման լրացուցիչ արգելակիչների ներմուծման հետ: Այդպիսի արգելակիչ է դիսլոկացիաների քանակի ավելացումը, որը հանգեցնում է դիսլոկացիաների շարժման արգելակմանը՝ դրանց իրար հետ փոխազդեցության հաշվին [1]:

Նկատի ունենալով դիսլոկացիաների շարժման արգելակման վրա էլեկտրական դաշտի ունեցած ազդեցությունը [5, 6]՝ խնդիր է դրվել կատարել էլեկտրական դաշտի ազդեցությամբ գունավոր մետաղների և համաձուլվածքների սայրային նուրբ ընդհատում մշակման գործընթացում արհեստական կորունդից կտրող թիթեղիկի միկրոկարծրության որոշման հետազոտություն:

Էլեկտրական դաշտի ազդեցության պայմաններում արհեստական կորունդից կտրող թիթեղիկում դիսլոկացիաների միջին խտությունը կմեծանա, որը կարելի է որոշել հետևյալ բանաձևով.

$$\sqrt{\rho} = \frac{(P_z + F_e) \cdot k}{SGb}, \quad (6)$$

որտեղ F_e - ն կտրող թիթեղիկի վրա ազդող էլեկտրական դաշտի ուժն է:

Տեղադրելով (2) և (6) արտահայտությունները (1) – ի մեջ՝ էլեկտրական դաշտի ազդեցությամբ գունավոր մետաղների և համաձուլվածքների սայրային նուրբ մշակման գործընթացում արհեստական կորունդից կտրող թիթեղիկի միկրոկարծրությունը կարելի է որոշել.

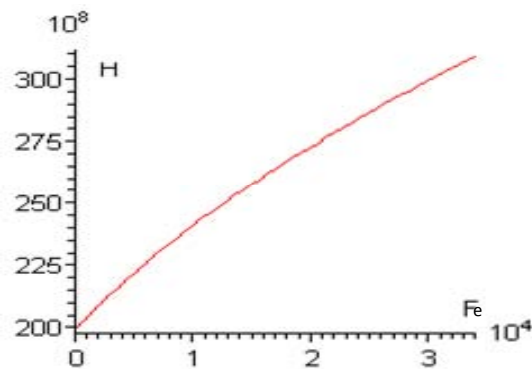
$$H = \frac{mS + \left((mS)^2 + 4nSk \cdot (P_z + F_e)\right)^{\frac{1}{2}}}{2nS} : \quad (7)$$

Արհեստական կորունդից կտրող թիթեղիկի համար, նկատի ունենալով n , m , k գործակիցների արժեքները և կտրող թիթեղիկի առջևի մակերևույթի մակերեսը, ինչպես նաև կատարելով որոշակի ձևափոխություններ, (7) արտահայտության փոխարեն կստանանք.

$$H = \frac{H_0}{2} + \left(M \cdot (P_z + F_e) + \frac{H_0^2}{4} \right)^{\frac{1}{2}}, \quad (8)$$

որտեղ H_0 - ն արհեստական կորունդից կտրող թիթեղիկի սկզբնական միկրոկարծրությունն է, $M = 10^{16}$ - ն՝ դիսլոկացիաների շարժման արգելակման վրա կտրման և էլեկտրական դաշտի ուժերի ազդեցությունները հաշվի առնող գործակից:

Գունավոր մետաղների և համաձուլվածքների սայրային նուրբ մշակման ժամանակ էլեկտրական դաշտի ազդեցությամբ արհեստական կորունդից կտրող թիթեղիկի միկրոկարծրության՝ էլեկտրական դաշտի ուժից կախվածության գրաֆիկը պատկերված է նկ. 1 - ում:



Նկ. 1. Էլեկտրական դաշտի ազդեցությամբ արհեստական կորունդից կտրող թիթեղիկի միկրոկարծրության կախվածությունը էլեկտրական դաշտի ուժից

Գրաֆիկից երևում է, որ էլեկտրական դաշտի ուժի աճին զուգընթաց արհեստական կորունդից կտրող թիթեղիկի միկրոկարծրությունը սկսում է աճել ավելի դանդաղ:

Էլեկտրական դաշտի F_e ուժը կարելի է որոշել հետևյալ բանաձևով [8].

$$F_e = qE, \quad (9)$$

որտեղ q - ն էլեկտրական լիցքն է (q_l), E - ն՝ էլեկտրական դաշտի լարվածությունը:

Էլեկտրական լիցքը որոշվում է հետևյալ բանաձևով [8].

$$q = It, \quad (10)$$

որտեղ I - ն հոսանքի ուժն է, t - ն՝ ժամանակը:

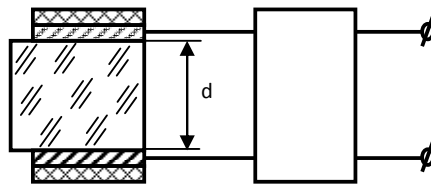
Էլեկտրական դաշտի լարվածությունը որոշվում է հետևյալ բանաձևով [8].

$$E = \frac{U}{d}, \quad (11)$$

որտեղ U - ն էլեկտրական դաշտի լարումն է, d - ն՝ թիթեղիկին հոսանքի հաղորդման ժամանակ միջկոնտակտային հեռավորությունը (նկ. 2):

Տեղադրելով (9), (10), (11) արտահայտությունները (8) բանաձևի մեջ՝ կստանանք.

$$H = \frac{H_0}{2} + \left(10^{16} \cdot \left(P_z + \frac{IUt}{d} \right) + \frac{H_0^2}{4} \right)^{\frac{1}{2}} : \quad (12)$$



Նկ. 2. Արհեստական կորունդից կտրող թիթեղիկին հոսանքի հաղորդման գծապատկերը

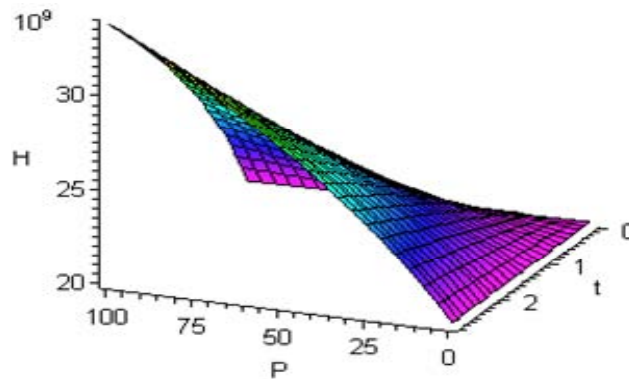
Նկատի ունենալով, որ էլեկտրական դաշտի հզորությունը որոշվում է $P = UI$ բանաձևով [8], (12) արտահայտության փոխարեն կստանանք.

$$H = \frac{H_0}{2} + \left(10^{16} \cdot \left(P_z + \frac{Pt}{d} \right) + \frac{H_0^2}{4} \right)^{\frac{1}{2}} : \quad (13)$$

Ստացված արտահայտությունը ներկայացնում է էլեկտրական դաշտի ազդեցությամբ արհեստական կորունդից կտրող թիթեղիկի միկրոկարծրության որոշման մաթեմատիկական մոդելը, որը հնարավորություն է տալիս կարգավորել կտրող թիթեղիկի միկրոկարծրությունը՝ կախված հոսանքի հզորությունից և ազդման ժամանակից:

Ելնելով վերևում նշված դիսկլացիաների խտության առավելագույն արժեքը չգերազանցելու անհրաժեշտությունից, նախատեսվել է կտրող թիթեղիկին հաղորդել մինչև 100 Վտ հզորությամբ հաստատուն էլեկտրական հոսանք՝ մինչև 2,8 Վ/ ազդման տևողության պարբերություններով:

Գունավոր մետաղների և համաձուլվածքների սայրային նուրբ մշակման ժամանակ էլեկտրական դաշտի ազդեցությամբ արհեստական կորունդից կտրող թիթեղիկի միկրոկարծրության՝ էլեկտրական դաշտի հզորությունից և ժամանակից կախվածության գրաֆիկը պատկերված է նկ. 3 - ում:



Նկ. 3. Էլեկտրական դաշտի ազդեցությամբ արհեստական կորունդից կտրող թիթեղիկի միկրոկարծրության կախվածությունը էլեկտրական դաշտի հզորությունից և ժամանակից

Գրաֆիկից երևում է, որ էլեկտրական դաշտի հզորության և ժամանակի աճը հանգեցնում է արհեստական կորունդից կտրող թիթեղիկի միկրոկարծրության աճին, ընդ որում, դրանց աճին զուգընթաց՝ միկրոկարծրությունը սկսում է աճել ավելի դանդաղ:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Винтайкин Б. Е.** Физика твердого тела.- М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008.- 360 с.
2. **Хачатрян Г.Г., Арзуманян А.М., Хачатрян Г.Б.** Хрупкая прочность резцов и фрез из синтетического корунда // Прогрессивные инструменты и методы обработки резанием авиационных материалов: Сборник материалов КуАИ. – Куйбышев, 1989. – С. 4-8.
3. **Старков В.К.** Дислокационные представления о резании металлов. – М.: Машиностроение, 1979. – 160 с.
4. **Арзуманян А.М.** Исследование влияния непрерывного освещения рубиновой режущей пластины корунда на износ по задней поверхности // Вестник МАНЭБ. – СПб., 2005. - Том 10, № 6. - С. 105-108.
5. **Осипьян Ю.А., Петренко В.Ф.** Экспериментальное наблюдение влияния электрического поля на пластическую деформацию кристаллов *ZnSe* // Письма в ЖЭТФ. - 1973. - Том 17, вып. 10. - С. 555 – 557.
6. Влияние электрического тока на стартовые характеристики и активационные параметры коротких дислокаций в кристаллах кремния / **В.А. Макара, Л.П. Стебленко, В.В. Обуховский и др.** // Физика твердого тела. - 2000. -Том 42, вып. 5. - С. 854 – 858.
7. **Мацокин В.П., Назаренко В.Г.** Особенности эволюции дислокационной структуры при отжиге деформированных монокристаллов // Известия АН. Сер. Физ. - 1995. – Т. 59, №10. - С. 55-59.
8. **Зильберман Г.Е.** Электричество и магнетизм. – М.: Изд-во “Интеллект”, 2008. – 376 с.

ՀՊՀՀ (ՊՈԼԻՏԵԽՆԻԿ) ԳՄ. Նյութը ներկայացվել է խմբագրություն 08.09.2011:

А.М. АРЗУМАНЯН, З.А. МИНАСЯН, С.А. АКОПЯН

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ МИКРОТВЕРДОСТИ КОРУНДОВОЙ
РЕЖУЩЕЙ ПЛАСТИНКИ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ**

Рассматриваются вопросы повышения эффективности хрупкой прочности и износостойкости режущих пластин из синтетического корунда в процессе тонкой обработки цветных металлов и сплавов под воздействием электрического поля. Разработанная математическая модель позволяет учесть явление торможения дислокаций в режущей пластине под воздействием электрического поля.

Ключевые слова: электрическое поле, синтетический корунд, хрупкая прочность, режущая пластина, дислокация, торможение.

A.M. ARZUMANYAN, Z.A. MINASYAN, S.H. HAKOBYAN

**MATHEMATICAL MODEL FOR EVALUATING MICROHARDNESS INSERT
CORUNDUM UNDER THE ELECTRIC FIELD**

The problems of brittle strength efficiency and durability of synthetic corundum cutting blades in thin non-ferrous metals and alloys under the influence of the electric field are considered. The mathematical model allows to take into account the phenomenon of cutting braking dislocation plate under the electric field.

Keywords: electric field, synthetic corundum, brittle fracture, cutting plate, dislocation, braking.