

Ա.Մ. ԱՐԶՈՒՄԱՆՅԱՆ, Շ.Ս. ՄԱՆՈՒԿՅԱՆ

ՍՈՒՏԱԿԵ ԿՏՐՈՂ ԹԻԹԵՂԻԿԱՆԵՐՈՒՄ ԶԵՐՄԱՅԻՆ ԴԱՇՏԻ
ՇԵՏԱԶՈՏՈՒՄԸ ՈՇ 59-1 ԱՐՈՒՅՐԻ ՖՐԵՉՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿ

Հետազոտվել է գունավոր մետաղների համաձուլվածքների ճակատային նուրբ ֆրեզման գործընթացում արհեստական սուտակե կտրող թիթեղիկներում ջերմային դաշտի պատկերը: Դաշտի հետազոտման համար կիրառվել է ջերմափոխանակության դիֆերենցիալ հավասարումը, որի լուծումն իրականացվել է MATLAB մաթեմատիկական ծրագրի միջոցով, որը հնարավորություն է տալիս կտրման գործընթացի յուրաքանչյուր պահին ստանալ ջերմային դաշտերի պատկերը կտրող թիթեղիկում:

Առանցքային բառեր. ջերմային դաշտ, արհեստական սուտակ, գունավոր մետաղներ, նուրբ ֆրեզում:

Գունավոր մետաղների և համաձուլվածքների վերջնամշակման գործընթացում կիրառում են բնական և արհեստական ալմաստներից, ինչպես նաև այլ գերկարծր նյութերից կտրող գործիքներ: Նշված մետաղների մշակման ժամանակ, որպես գերկարծր նյութ, կիրառվում է նաև սուտակը:

Կտրման ժամանակ մշակման գոտում առաջացած ջերմային երևույթները բացասաբար են ազդում ինչպես տաշեղագոյացման գործընթացի, կտրող գործիքի աշխատունակության, այնպես էլ մշակված մակերևույթի որակի վրա:

Մեխանիկական գործընթացում կտրող գործիքի և մշակվող նյութի ջերմային դաշտերի տեսական հետազոտումը հաճախ իրականացվում է ջերմափոխանակության դիֆերենցիալ հավասարման համաձայն [1]:

$$\frac{\partial \theta}{\partial \tau} = \frac{\lambda}{c\rho} \cdot \left(\frac{\partial^2 \theta}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \theta}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \theta}{\partial z^2} \right), \quad (1)$$

որտեղ՝ λ - Գ հետազոտվող նյութի ջերմահաղորդականության գործակիցն է, ρ - Գ՝ խտությունը, c - Գ՝ զանգվածային ջերմունակությունը:

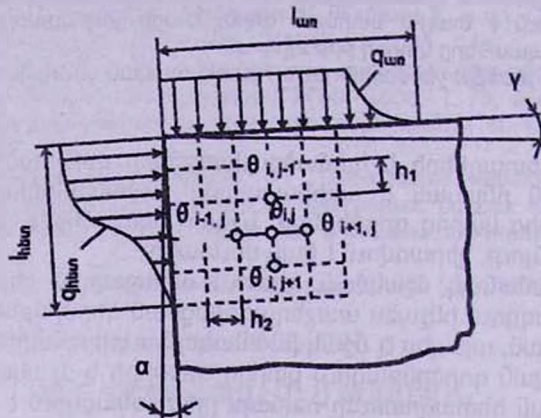
Կտրող գործիքում ջերմային դաշտը հետազոտելիս հաճախ գործիքանյութի ֆիզիկամեխանիկական հատկություններն ու ժամանակի գործոնը հաշվի չեն առնվել [2]: Այդ դեպքում ստացվող պատկերը արդեն կնկարագրի թիթեղիկում հաստատուն ջերմափոխանակության պայմաններում առաջացած ջերմային դաշտը:

Սիաբյուրեղ սուտակից կտրող թիթեղիկներում երկչափ ջերմային դաշտը նկարագրելու համար օգտվում ենք ջերմափոխանակության (1) դիֆերենցիալ հավասարումից, որում հաշվի կառնվեն ժամանակի գործոնը և սուտակի անիզոտրոպ հատկությունները [3]:

$$\frac{\partial \theta}{\partial \tau} = \frac{\lambda_x}{c_x \rho_x} \cdot \frac{\partial^2 \theta}{\partial x^2} + \frac{\lambda_y}{c_y \rho_y} \cdot \frac{\partial^2 \theta}{\partial y^2}; \quad \frac{\partial^2 \theta}{\partial z^2} = 0, \quad (2)$$

որտեղ $\omega_x = \lambda_x / (c_x \cdot \rho_x)$ -ը և $\omega_y = \lambda_y / (c_y \cdot \rho_y)$ -ը արհեստական կորունդի ջերմաստիճանահաղորդականության գործակիցներն են, λ_x -ը և λ_y -ը՝ արհեստական կորունդի ջերմահաղորդականության գործակիցները, ρ_x -ը և ρ_y -ը՝ խտությունը, c_x -ը և c_y -ը՝ զանգվածային ջերմունակությունը՝ (համապատասխանաբար x և y առանցքների ուղղությամբ):

(2) հավասարման լուծման համար օգտվել ենք վերջավոր տարբերական մեթոդից, որի համար դիտարկվող $l_{\text{առ}} \times l_{\text{հետ}}$ տիրույթն անհրաժեշտ է բաժանել h_1 և h_2 քայլով ցանցի (նկ. 1) և այդ ցանցում մոտարկել հավասարումը [1]:



Նկ. 1. Կտրող թիթեղիկի գազաթի ջերմային հոսքերի բաշխման և ցանցի վերածման գծապատկերը

(2) հավասարման յուրաքանչյուր ածանցյալը գրելով տարբերական արտահայտությունների տեսքով՝ կստանանք հավասարումների հետևյալ համակարգը [4].

$$\left. \begin{aligned} \left(\frac{\partial^2 \theta}{\partial x^2} \right)_{ij}^k &= \frac{\theta_{i+1,j}^{k+1} - 2\theta_{ij}^{k+1} + \theta_{i-1,j}^{k+1}}{h_1^2}, \\ \left(\frac{\partial^2 \theta}{\partial y^2} \right)_{ij}^k &= \frac{\theta_{i,j+1}^{k+1} - 2\theta_{ij}^{k+1} + \theta_{i,j-1}^{k+1}}{h_2^2}, \\ \left(\frac{\partial \theta}{\partial t} \right)_{ij}^k &\approx \frac{\theta_{ij}^{k+1} - \theta_{ij}^k}{\tau} \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Ստացած արժեքները տեղադրելով (2) բանաձևի մեջ՝ կստանանք.

$$\frac{\theta_{ij}^{k+1} - \theta_{ij}^k}{\tau} = \omega_x \frac{\theta_{i+1,j}^{k+1} - 2\theta_{ij}^{k+1} + \theta_{i-1,j}^{k+1}}{h_1^2} + \omega_y \frac{\theta_{i,j+1}^{k+1} - 2\theta_{ij}^{k+1} + \theta_{i,j-1}^{k+1}}{h_2^2} \quad (4)$$

Սուտակե կտրող թիթեղիկում ջերմային դաշտը նկարագրող (2) դիֆերենցիալ հավասարման լուծման համար կիրառվել է MATLAB 6.5 release 13 մաթեմատիկական փաթեթը:

Նկատի ունենալով նուրբ մշակման պայմանները՝ կտրման խորության և մատուցման փոքր մեծությունները և կտրող թիթեղիկի համեմատաբար մեծ եզրաչափերը, կտրող թիթեղիկում ջերմային դաշտի հետազոտումը կատարվում է միայն թիթեղիկի և մշակվող նյութի համան տեղամասերում:

Խնդրի լուծման համար անհրաժեշտ եզրային պայմանների ստացման համար կիրառվել է հետևյալ բանաձևը [1].

$$\theta(x, y, \tau) = \frac{q}{4\pi\lambda} \cdot \left(-\text{Ei} \left[-\frac{1}{2F_0} \right] \right) \quad (5)$$

Օգտվելով (5) բանաձևից՝ կտրող թիթեղիկի համապատասխանաբար առջևի և հետին մակերևույթների վրա եզրային պայմաններն են.

$$\theta_{\text{առ}}(x, \tau) = \frac{q_{\text{առ}}}{4\pi\lambda_x} \cdot \left(-\text{Ei} \left[-\frac{1}{2F_{\text{ax}}} \right] \right) \quad (6)$$

$$\theta_{\text{հետ}}(y, \tau) = \frac{q_{\text{հետ}}}{4\pi\lambda_y} \cdot \left(-\text{Ei} \left[-\frac{1}{2F_{\text{oy}}} \right] \right) \quad (7)$$

Հաշվարկները կատարվել են հետևյալ արժեքների դեպքում.
 $q_{\text{առ}} = 4391,17 \text{ Վտ/մ}^2$, $q_{\text{հետ}} = 3720 \text{ Վտ/մ}^2$, $\lambda_x = 24,5 \text{ Վտ/մ}^2$, $\lambda_y = 25,2 \text{ Վտ/մ}^2$,
 $\omega_x = 0.16 \cdot 10^{-4} \text{ մ}^2/\text{վ}$, $\omega_y = 0.158 \cdot 10^{-4} \text{ մ}^2/\text{վ}$, $h_1 = 0.25 \cdot 10^{-5} \text{ մ}$, $h_2 = 0.17 \cdot 10^{-4} \text{ մ}$,
 $F_{\text{ax}} = \tau\omega_x/r^2$ -ը և $F_{\text{oy}} = \tau\omega_y/r^2$ -ը Ֆուրյեի չափանիշն է, Ei -ն հատուկ մաթեմատիկական արտահայտություն է՝ $\text{Ei}[-ax] \approx \ln[\gamma ax] - ax + 0,2a^2x^2$, որտեղ $\gamma = 1,78107$ -ը Էյլերի հաստատունն է, τ -ը՝ մշակման տևողությունը, վ ,

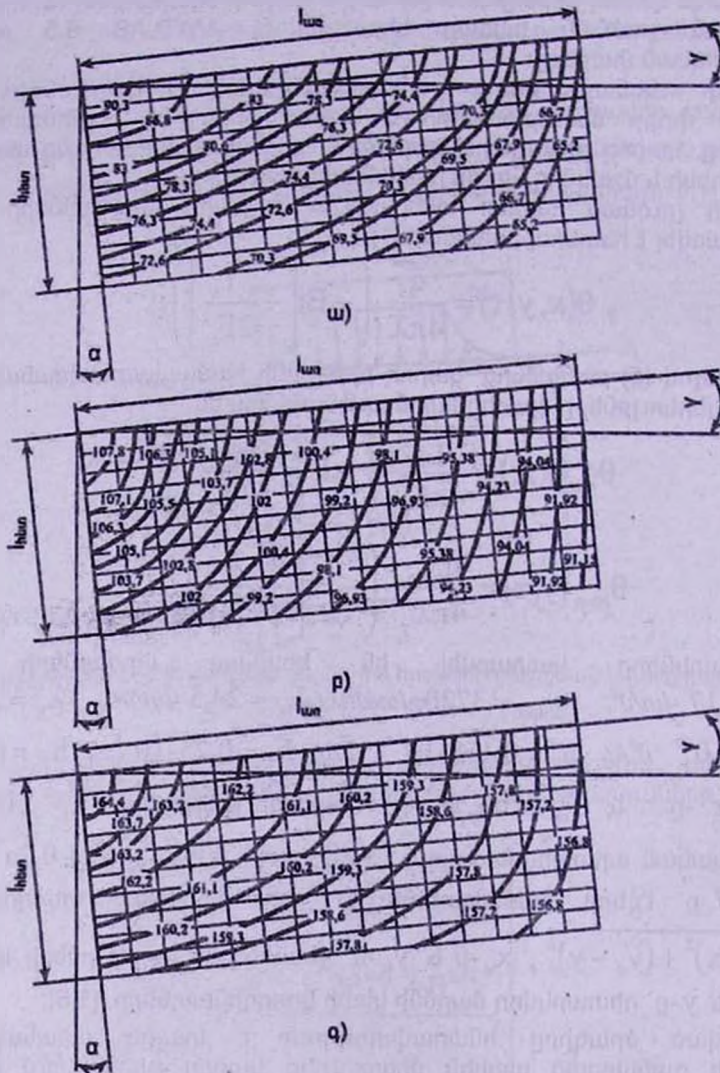
$r = \sqrt{(x_u - x)^2 + (y_u - y)^2}$, x_u -ն և y_u -ն՝ ջերմության աղբյուրների կոորդինատները, x -ը և y -ը՝ դիտարկվող մարմնի կետի կոորդինատները [1,5]:

Մշակված ծրագիրը հնարավորություն է տալիս ստանալ կտրման գործընթացի ցանկացած պահին միաբյուրեղ կտրող թիթեղիկում առաջացած ջերմային դաշտերը:

Նկ. 2-ում բերված է սուտակից պատրաստված կտրող թիթեղիկով ՄС 59-1 մակնիշի աշուրյի նուրբ մշակման գործընթացում կտրող թիթեղում առաջացած ջերմային դաշտերը՝ մշակման տարբեր ժամանակահատվածներում:

Ստացված արժեքներից և ջերմային դաշտերի պատկերներից երևում է, որ կտրման սկզբնական փուլում (Նկ. 2ա և 2բ) կտրող թիթեղիկի գագաթում ջերմաստիճանն աստիճանաբար աճում է, սակայն գագաթի և հպման մակերևույթների վերջին հատվածում ջերմաստիճանների տարբերությունը զգալի է:

Մշակման տևողության մեծացման դեպքում թիթեղիկի զագաթում ջերմաստիճանի բարձրացում գրեթե չի նկատվում, և մշակած տարբերություններն աստիճանաբար փոքրանում են, ինչը հետևանք է ջերմափոխանակության գործընթացի հաստատունության (նկ. 2զ):



Նկ. 2. Սուտակե կտրող թիթեղիկի ջերմային դաշտի պատկերները. ա) 54, բ) 60 փ, գ) 600 փ/տևողությամբ մշակման պայմաններում

Ստացված ջերմային դաշտի պատկերները հնարավորություն են տալիս մշակման տարբեր ժամանակահատվածներում գնահատել արհեստական սուտակե կտրող թիթեղիկներում ջերմափոխանակության գործընթացը, որում հաշվի են առնվում ժամանակի գործոնը և գործիքանյութի անիզոտրոպ հատկությունները:

1. Резников А.Н. Тепловые процессы в технологических системах. – М.: Машиностроение, 1990. -288 с.
2. Ивченко Т.Г., Легащова Т.Г. Исследование температурного поля резцов, оснащенных минералокерамикой // Прогрессивные технологии и системы машиностроения: Международный сб. научных трудов.- Донецк: ДонГТУ, 2000.- Вып. 10. - С. 81-86.
3. Арзуманян А.М., Минасян З.А. Подход к расчету температурного поля в режущей пластине из синтетического корунда при обработке цветных металлов // Сборник материалов годичной научной конференции ГИУА. - Ереван, 1998. - С. 153-154.
4. Hakopian Yu.R. Algebraic Multilevel/Substructuring Preconditioner In Finite Element Method with Piecewise Quadratic Approximation // *Mathematical Problems of Computer Science*. Trans. of the Institute for Informatics and Automation Problems of the National Acad. Sci. of Armenia, Yerevan, Armenia, 2000. – V.21. – P. 164-180.
5. Մանուկյան Հ.Ս. Կտրման գոտում ջերմաստիճանի չափումն ու հաշվարկը // Անդրկովկասի տարածաշրջանում ագրոպարենային համակարգի զարգացման հիմնական խնդիրները: Միջազգային գիտաժողովի նյութեր. Մաս 3-րդ. - Երևան, 2002. - էջ 98-101:

ԳՊԵՀ-ի Գյումրու մասնաճյուղ: Նյութը ներկայացվել է խմբագրություն 24.12.2006:

Ա.Մ. ԱՐՅՄԱՆՅԱՆ, Օ.Տ. ՄԱՆՈՒԿՅԱՆ

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ В РЕЖУЩЕЙ ПЛАСТИНЕ ИЗ КОРУНДА ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИИ ЛАТУНИ ЛС 59-1

Исследованы изображения температурного поля в режущей пластине из синтетического корунда при тонком фрезеровании сплавов из цветных металлов. Для исследования поля применено дифференциальное уравнение теплопроводности, решение которого осуществлялось с помощью математической программы MATLAB, что дало возможность получить изображение температурного поля в режущей пластине в каждом временном интервале процесса резания.

Ключевые слова: температурное поле, синтетический корунд, цветной металл, тонкое фрезерование.

A.M. ARZUMANYAN, H.S. MANUKYAN

RESEARCH OF TEMPERATURE FIELD IN CUTTING PLATES FROM CORUNDUM DURING MILLING OF BRASS ЛС 59-1

The images of the temperature field in cutting plate from synthetic corundum during thin milling of alloys from nonferrous metals are investigated. For field study the differential equation of heat conductivity is applied. Its solution is carried out with the help of the mathematical program MATLAB, which enables to receive the image of the temperature field in cutting plate in each time interval of cutting process.

Keywords: temperature field, synthetic corundum, nonferrous metal, thin milling.