

Ռ.Վ. ԿՆՅԱԶՅԱՆ, Վ.Հ. ՂՈՒԿԱՍՅԱՆ

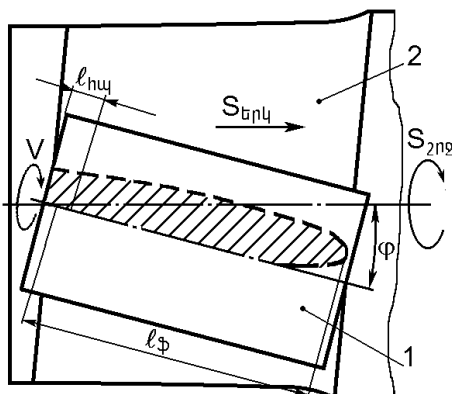
ԳԼԱՆԱՅԻՆ ՖՐԵՉՈՎ ԳԼԱՆԱՅԻՆ ՄԱԿԵՐԵՎՈՒՅԹՆԵՐԻ ՄՇԱԿՄԱՆ
ԳՈՐԾՆԹԱՅԻ ՌԵԺԻՄԱՅԻՆ ՊԱՐԱՄԵՏՐԵՐԸ

Նկարագրվում է գլանային մակերևույթները գլանային ֆրեզներով մշակելու սկզբունքներն նոր եղանակ, որի դեպքում դետալը և ֆրեզը տեղադրվում են խաչվող առանցքներով, նրանց հաղորդվում է պտտական շարժում, իսկ ֆրեզին նաև երկայնական մատուցում՝ մշակվող մակերևույթի առանցքի ուղղությամբ: Տրված են մշակման գործընթացի ռեժիմային պարամետրերը որոշող արտահայտությունները: Միևնույնի առանձնահատկությունը ֆրեզի անհամաչափ դիրքն է դետալի նկատմամբ:

Առանցքային բառեր. մետաղների մշակում, գլանային ֆրեզ, գլանային մակերևույթ, արտադրողականություն:

Արտաքին գլանային մակերևույթների մշակումը, որը սովորաբար իրականացվում է շրջատաշմամբ, առաջարկվում է իրագործել ֆրեզերային մշակման միջոցով: Ֆրեզներով գլանային մակերևույթների մշակումը՝ շրջանային ֆրեզումը, համեմատած կտրիչով շրջատաշման հետ, մեծ եզրաչափեր ունեցող գլանային մակերևույթների մշակման ավելի արդյունավետ գործընթաց է՝ պայմանավորված ֆրեզի կտրող եզրերի մեծությամբ, որոնք պարբերաբար են մասնակցում կտրման գործընթացին: Դա հնարավորություն է ստեղծում մեծացնելու գործիքի կայունությունը և մշակման արտադրողականությունը: Ֆրեզման ժամանակ թույլեական մատուցումը երեք անգամ մեծ է շրջատաշման դեպքում թույլեական մատուցումից, ֆրեզի կայունությունը երկու անգամ մեծ է կտրիչի կայունությունից [1]: Մշակման ռեժիմի պարամետրերի ինտենսիվացումը, որը որոշում է գործընթացի արտադրողականությունը, ավելի է կարևորվում մեծ եզրաչափեր ունեցող մեքենամասերի մշակման ժամանակ:

Գլանային մակերևույթների ֆրեզերային մշակմամբ ստանում ենք մեխանիկական մշակման նոր՝ ավելի արտադրողական եղանակ՝ ավանդական շրջատաշման եղանակի



Նկար 1

համեմատ: Ի տարբերություն գրականությունից հայտնի շրջանային ֆրեզման սխեմաների, որտեղ, որպես կանոն, օգտագործվում են հատուկ գործիքներ՝ գլանային ֆրեզների հավաքածու, երբ մշակումն ընթանում է առանց երկայնական մատուցման, կամ գործիքն ունենում է անկյունային կտրող եզր, երբ մշակումն ընթանում է երկայնական մատուցմամբ [2], հետևաբար, այդ մշակման սխեմաներում գործիքի ծնիչը պետք է զուգահեռ լինի նախապատրաստվածքի առանցքին, իսկ առանցքները կա՛մ զուգահեռ են, կա՛մ հասվող (ստանդարտ գլանային

ֆրեզներով երկայնական մատուցման կիրառմամբ շրջանային ֆրեզումն իրականացնելու համար կիրառելի սխեմաներում ֆրեզի և նախապատրաստվածքի առանցքները խաչվող են):

Առաջարկվող մշակման եղանակի դեպքում դետալը և ֆրեզը տեղադրվում են խաչվող առանցքների վրա (նկ. 1): Ի տարբերություն [3]-ում առաջարկված սխեմայի՝ այս սխեմայում ֆրեզն իր և նախապատրաստվածքի առանցքների պրոյեկցիաների հատման կետի նկատմամբ տեղադրված է անհամաչափորեն, ինչի շնորհիվ ֆրեզի կտրող եզրերը մաշվում են հավասարաչափ: Ինչպես և ֆրեզերային մշակման ժամանակ, գլխավոր շարժումը՝ V -ն հաղորդում են 1 ֆրեզին, իսկ մատուցման շարժումները՝ համապատասխանաբար, $S_{շրջ}$ -ը՝ 2 նախապատրաստվածքին, իսկ $S_{երկ}$ -ը՝ ֆրեզին: Սովորազգծված մասը ցույց է տալիս կտրման մակերևույթի սահմանները:

Մշակման ռեժիմի հիմնական պարամետրերը առաջարկվող մեթոդի դեպքում: Կտրման արագությունը, ինչպես և սովորական ֆրեզման դեպքում, [4] որոշվում է հետևյալ արտահայտությամբ՝

$$V = \frac{\pi d_{\Phi} n_{\Phi}}{1000} [m/min], \quad (1)$$

ո րտեղ d_{Φ} -ը և n_{Φ} -ը համապատասխանաբար ֆրեզի տրամագիծն ու պտուտաթվերն են:

Առաջարկվող մշակման եղանակով գլանային մակերևույթներ ստանալու համար անհրաժեշտ է, որ դետալի մեկ պտույտի ընթացքում ֆրեզը շրջանային մատուցման ուղղությամբ տեղաշարժվի դետալի շրջագծի երկարության չափով՝ $\pi d_{\text{նախ}}$, իսկ երկայնական մատուցման ուղղությամբ՝ դետալի և ֆրեզի հպման այն $\ell_{\text{հպ}}$ երկարությամբ, որի դեպքում ապահովվում է դետալի պահանջվող տրամագիծը: Այսինքն՝

$$S_{\text{րոպ}_{շրջ}} = \pi d_{\text{նախ}} n_{\eta}, \quad S_{\text{րոպ}_{շրջ}} = S_{z_{շրջ}} z n_{\Phi}, \quad (2)$$

$$S_{\text{րոպ}_{երկ}} = \ell_{\text{հպ}} n_{\eta}, \quad S_{\text{րոպ}_{երկ}} = S_{z_{երկ}} z n_{\Phi}, \quad (3)$$

որտեղ $S_{\text{րոպ}_{շրջ}}$ -ը և $S_{\text{րոպ}_{երկ}}$ -ը համապատասխանաբար ընդհանուր մատուցման շրջանային և երկայնական բաղադրիչներն են, $S_{z_{շրջ}}$ -ը և $S_{z_{երկ}}$ -ը ֆրեզի մեկ ատամին ընկնող մատուցման շրջանային և երկայնական բաղադրիչներն են, n_{η} -ն դետալի պտուտաթիվն է, z -ը՝ ֆրեզի ատամների թիվը: (2) և (3) արտահայտություններից դժվար չէ որոշել ֆրեզի մեկ ատամին ընկնող մատուցումները՝

$$S_{z_{շրջ}} = \frac{\pi d_{\text{նախ}}}{z} \frac{n_{\eta}}{n_{\Phi}}, \quad (4)$$

$$S_{z_{երկ}} = \frac{\ell_{\text{հպ}}}{z} \frac{n_{\eta}}{n_{\Phi}}: \quad (5)$$

Գումարային S_z մատուցումը ֆրեզի ատամի՝ դետալի մակերևույթի վրայով անցած պարուրակային գծի երկարությունն է, որը բնութագրվում է մեկ ատամին ընկնող շրջանային և երկայնական մատուցումներով:

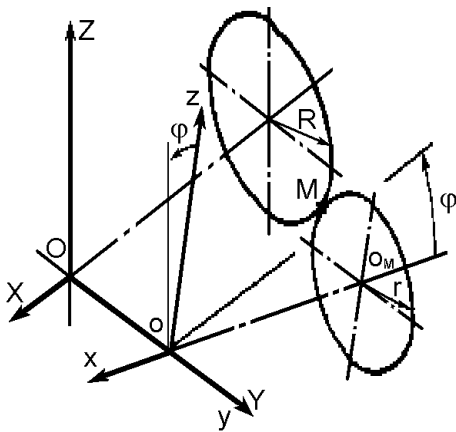
$$S_z = \sqrt{S_{z_{\text{ըզ}}}^2 + S_{z_{\text{երկ}}}^2} : \quad (6)$$

Տեղադրելով $S_{z_{\text{ըզ}}}$ և $S_{z_{\text{երկ}}}$ -ի արժեքները, (4 և 5)-ից կստանանք ֆրեզի մեկ ատամին համապատասխանող, մեկ պտույտին համապատասխանող և բոլորական մատուցումները՝

$$S_z = \frac{n_\eta}{zn_\Phi} \sqrt{(\pi d_{\text{նախ}})^2 + \ell_{\text{հպ}}^2} [\text{մմ}], \quad (7)$$

$$S_{\text{պտ}} = \frac{n_\eta}{n_\Phi} \sqrt{(\pi d_{\text{նախ}})^2 + \ell_{\text{հպ}}^2} [\text{մմ/պտ}], \quad (8)$$

$$S_{\text{րոպ}} = n_\eta \sqrt{(\pi d_{\text{նախ}})^2 + \ell_{\text{հպ}}^2} [\text{մմ/րոպ}]: \quad (9)$$



Նկար 2

Եթե նախապատրաստվածքը ներկայացնենք ինչ-որ անշարժ OXYZ կոորդինատային համակարգում գտնվող գլանային մակերևույթի տեսքով, իսկ ֆրեզը շարժական $oxyz$ կոորդինատային համակարգում (նկար 2), ապա նախապատրաստվածքին և ֆրեզին պատկանող M կետի կոորդինատները կարտահայտվեն հավասարումների հետևյալ համակարգով.

$$\begin{cases} X_M = x_M \cos \varphi + Z_M \sin \varphi, \\ Y_M = R + r - t + y_M, \\ Z_M = -x_M \sin \varphi + Z_M \cos \varphi, \end{cases} \quad (10)$$

որտեղ X_M -ը, Y_M -ը, Z_M -ը և x_M -ը, y_M -ը, z_M -ը M կետի կոորդինատներն են համապատասխանաբար անշարժ և շարժական կոորդինատային համակարգերում,

$R = d_{\text{նախ}}/2$, $r = d_\Phi/2$:

Ինչպես արդեն ասվել է, $\ell_{\text{հպ}}/2$ -ը ֆրեզի այն մասի երկարությունն է, որը մշակման ժամանակ ապահովում է դետալի պահանջվող չափի ստացումը Δ ճշտությամբ: Պետք է որոշել ֆրեզի այն կետի x կոորդինատը, որին համապատասխանող շրջանագիծն անցնում է նախապատրաստվածքի $R-t+\Delta$ շառավղով շրջանագծի $S_{z_{\text{ըզ}}}/2$ - ին համապատասխանող կետով:

(10)-ից ստանում ենք այդ կետի կոորդինատները.

$$\begin{cases} Y_M = (R - t + \Delta) \cos \frac{\xi}{2}, \\ Z_M = (R - t + \Delta) \sin \frac{\xi}{2}, \end{cases} \begin{cases} Y_M = R + r - t - y, \\ Z_M = \frac{\ell_{\text{հայ}}}{2} \sin \varphi + \sqrt{r^2 - y^2} \cos \varphi, \end{cases} \quad (11)$$

որտեղ $\xi = 2S_z/d_{\text{նախ}}$, (4)- ից տեղադրելով S_z -ի արժեքը, կստանանք .

$$\xi = \frac{2S_z}{d_{\text{նախ}}} = \frac{2\pi n_\eta}{z n_\Phi} :$$

Համապատասխան ձևափոխություններից հետո ստանում ենք .

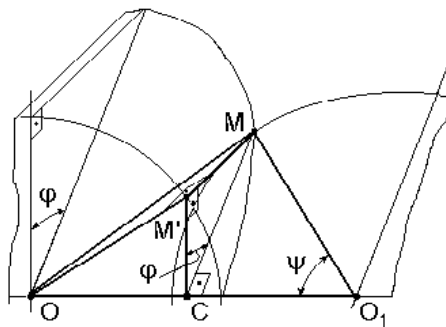
$$\ell_{\text{հայ}} = \frac{(R - t + \Delta) \sin \xi/2 - \sqrt{r^2 - (R + r - t - (R - t + \Delta) \cos \xi/2)^2} \cos \varphi}{\sin \varphi} : \quad (12)$$

Ակնհայտ է, որ կտրման խորության փաստացի արժեքը հավասար է դետալի մինչև մշակումը՝ $d_{\text{նախ}}$, և մշակումից հետո ստացված՝ d_η , տրամագծերի տարբերության կեսին՝

$$t_{\Phi_{\text{աստ}}} = \frac{d_{\text{նախ}} - d_\eta}{2} [\text{մմ}] : \quad (13)$$

Իրական կտրման խորությունը տարբերվում է փաստացի կտրման խորությունից, քանի որ առաջարկվող սխեմայով մշակման ժամանակ հեռացվող մետաղի շերտը հանվում է աստիճանաբար: Իրական կտրման խորությունը՝ $t_{\text{իր}}$, կարելի է որոշել, ընդունելով, որ այն հավասար է նախապատրաստվածքի $X=\ell_{\text{հայ}}$ -ին համապատասխանող հարթությունում դետալի և նախապատրաստվածքի մեկ լրիվ պտույտից հետո ստացված մակերևույթի շառավիղների տարբերությանը: (10) հավասարումների համակարգում ընդունելով $y=-r$, $z=0$ և կատարելով որոշակի ձևափոխություններ, ստանում ենք.

$$t_{\text{իր}} = \sqrt{\left(\frac{d_{\text{նախ}}}{2} - t_{\Phi_{\text{աստ}}}\right)^2 + S_{z_{\text{երկ}}}^2 z^2 \frac{n_\Phi^2}{n_\eta^2} \text{tg}^2 \varphi} - \frac{d_\eta}{2} [\text{մմ}] : \quad (14)$$



Նկար 3

Կոնտակտի ψ անկյան արժեքը կարելի է որոշել $\triangle OO_1M$ - ից՝ (նկար 3):
 $OM^2 = OO_1^2 + O_1M^2 - 2 OO_1 O_1M \cos \psi$:
 $O_1M = r = d_\Phi/2$,
 $OO_1 = d_{\text{նախ}}/2 + r - t_{\Phi_{\text{աստ}}}$,
 $R = d_{\text{նախ}}/2 - t_{\Phi_{\text{աստ}}} + t_{\text{իր}}$:
 OM -ը որոշվում է $\triangle OM'M$, $\triangle MM'C$ և $\triangle O_1CM$ եռանկյուններից:

$$\cos \psi = \frac{(R + r - t_{\Phi_{\text{աստ}}})^2 + r^2 - R^2 - r^2 \sin^2 \psi \sin^2 \varphi}{2r(R + r - t_{\Phi_{\text{աստ}}})} : \quad (15)$$

Ստացված տրանսցենդենտ հավասարումից կարելի է որոշել ψ անկյան արժեքը: Արդյունքների համակարգչային վերլուծության մեթոդով ստացվել է փորձարարական արտահայտություն, որը ցույց է տալիս ψ անկյան կախվածությունը ֆրեզի շրջման φ անկյունից, կտրման իրական խորությունից՝ $t_{\text{իր}}$, ֆրեզի և նախապատրաստվածքի տրամագծերից.

$$\psi = \frac{e^{4.386} \varphi^{0.0517} t^{0.6791} d_{\text{նախ}}^{0.139}}{d_{\text{ֆ}}^{0.688}} : \quad (16)$$

Ֆրեզման B լայնությունը՝ ֆրեզի կտրող եզրերի ակտիվ աշխատող մասի երկարությունն է՝ $B = l_{\text{ֆ}} + l_{\text{հայ}}/2$: $l_{\text{ֆ}}$ -ը կարելի է որոշել (10) արտահայտությունից.

$$(R + r - t + y_M)^2 + (z_M \cos \varphi - \ell_{\text{ֆ}} \sin \varphi)^2 = R^2 : \quad (17)$$

(17) արտահայտության հիման վրա կատարվել են հաշվողական փորձեր և ստացվել է $l_{\text{ֆ}}$ -ը: Այսպիսով, ֆրեզման լայնությունը՝

$$B = \frac{e^{4.513} t^{0.649} d_{\text{ֆ}}^{0.329} d_{\text{նախ}}^{0.225}}{\varphi^{1.246}} + \frac{\ell_{\text{հայ}}}{2} \text{ [մմ]} : \quad (18)$$

Առաջարկվող մշակման մեթոդի առավելությունը ավանդական մշակման մեթոդների համեմատ երկու ուղղություններով մատուցման առկայությունն է, որն ապահովում է արտաքին գլանային մակերևույթների մշակումը ֆրեզմամբ և շրջատաշման հետ համեմատած բարձրացնում է գործընթացի արտադրողականությունը:

Միևնույն կտրման արագության (V) և խորության (t) դեպքում առաջարկվող մշակման եղանակը (շրջատաշման հետ համեմատած) ավելի արդյունավետ գործընթաց է, ինչն ակնհայտ է համապատասխան թույլեական մատուցման մեծությունների հարաբերությունից.

$$\frac{S_{\text{րոպ}_{\text{ֆ}}}}{S_{\text{րոպ}_{2\text{րջ}}}} = \frac{d_{\text{նախ}} z}{d_{\text{ֆ}}} \frac{S_z}{S_{\text{պտ}_{2\text{րջ}}}} , \quad (19)$$

որտեղ $S_{\text{պտ}_{2\text{րջ}}}$ -ը և $S_{\text{րոպ}_{2\text{րջ}}}$ -ը համապատասխանաբար շրջատաշման ժամանակ դետալի մեկ պտույտի մատուցման և թույլեական մատուցման արժեքներն են: Այս արտահայտությունից հետևում է նաև, որ առաջարկվող մշակման եղանակի արդյունավետությունը մեծանում է մշակվող նախապատրաստվածքի տրամագիծը մեծացնելիս:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Аршинов В.А., Алексеев Г.А.** Резание металлов и режущий инструмент. - М.: Машиностроение, 1976. - 440 с.
2. **Мархасин Э.Л., Петросянц А.А.** Фрезерование тел вращения. - М.: -Машгиз, 1960. - 112 с.
3. **А.с. ¹874274 СССР, А1 В23С 3/04.** Способ обработки поверхностей вращения / **А.И. Сумин, Ю.П. Холмогорцев, В.И. Купринов** (СССР).- ¹ 3958133/25-08; Заявлено 22.07.85; Оpubл. 30.11.87, Бюл. ¹ 44. -2 с.
4. **Грановский Г.И., Грановский В.Г.** Резание металлов. - М.: - Высшая школа, 1985. - 303 с.

ՀՊՃՀ. Նյութը ներկայացվել է խմբագրություն 17.09.1998:

Р.В. КНЯЗЯН, В.Г. ГУКАСЯН

РЕЖИМНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВРАЩЕНИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ФРЕЗОЙ

Описывается принципиально новый метод обработки поверхностей вращения цилиндрической фрезой, при котором деталь и фрезу устанавливают на скрещивающихся осях и сообщают им вращение, а фрезе еще и продольное перемещение вдоль оси обрабатываемой поверхности. Приведены формулы, определяющие режимные параметры процесса. Особенностью схемы является асимметричное расположение фрезы относительно детали.

R.V. KNYAZYAN, V.G. GHUKASSYAN

OPERATING CONDITIONS OF ROTATION SURFACE PROCESSING BY A CYLINDRICAL MILLING CUTTER

A new method of rotation surface processing by a cylindrical milling cutter is described. The part and the cutter are installed on crossed axes and the rotation is transferred to them. The longitudinal displacement along the machined surface is also transferred to the cutter. The formulas determining the operating conditions of the process are given. The characteristic property of the circuit is the asymmetric arrangement of the cutter relative to the part.