

Определяне скоростта на преместване на заготовката между ролките при валцоване на ротационни повърхнини с тангенциално подаване

Проф. д.т.н. инж. В.Иванов, инж. Ал.Иванов

Determining the shifting speed of processed part between the rolls of rotational - shaped surface rolling: In this paper a method for determining the current values of the speed of shifting of processed part and the output of rolling of rotational-shaped surfaces with tangential feeding are derived. It is determined that the speed of shifting and the output depend mostly on the value of the diameter of leading roll and on the ratio between diameters of led and leading rolls.

Key words: rolling, shaped surface, speed of shifting.

ВЪВЕДЕНИЕ

Скоростта на преместване на заготовката между ролките при валцоване с тангенциално подаване-метод на валцоване на профилни ротационни повърхнини, описан в [1,2], предопределя производителността на процеса. За еднозначно определяне на скоростта на придвижване на заготовката във всеки момент на валцоване е необходимо да са известни големината и направлението на вектора на скоростта на придвижване на центъра на заготовката. По-долу в доклада се привеждат зависимости за определянето им. При извеждането на тези зависимости се имат в предвид означенията и зависимостите за определяне на минималния диаметър на водещата валцоваща ролка, осигуряващи в процеса на валцоване надеждно заклиняване на заготовката между ролките и представени в [1].

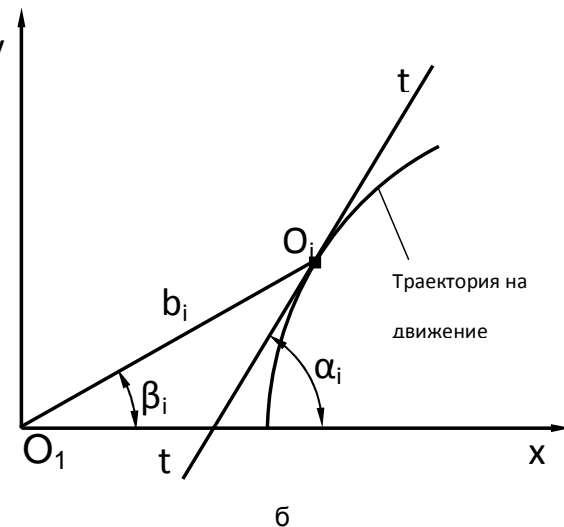
След определянето на скоростта на валцоване се извеждат и зависимости, чрез които се осигурява възможност за определяне на производителността и изследване влиянието на различни параметри на инструментите и заготовката върху производителността.

ОПРЕДЕЛЯНЕ НА НАПРАВЛЕНИЕТО НА СКОРОСТТА НА ПРИДВИЖВАНЕ НА ЦЕНТЪРА НА ЗАГОТОВКАТА

Траекторията на движението на центъра на заготовката (фиг.1.а) зависи от



Фиг.1а.Схема на валцоване на заготовката



Фиг.1б.Схема на траекторията на движението на центъра на обработваната заготовка

внедряването на валцоващите ролки в заготовката. Ако оста O_1x (фиг.1.б) съвпада с междуосовото разстояние на валцоващите ролки, а $t.O_1$ съвпада с оста на въртене на водещата ролка, траекторията на движение на центъра на заготовката $t.O_j$ се описва с уравненията

$$x_i = b_i \cos(\beta_{1i}), \quad y_i = b_i \sin(\beta_{1i}). \quad (1)$$

Тогава векторът на скоростта на движение в произволен момент от траекторията на движение лежи върху тангента към траекторията в разглежданата точка [3, 4].

От [3] е известно, че стойността на първата производна на функция в дадена точка е ъгловият коефициент на тангентата към тази точка, т.е. $y' = \tan(\alpha_i)$.

Тогава
$$y' = \frac{dy}{dx} = \frac{\rho \sin(\varphi)}{\rho \cos(\varphi)} \cdot \frac{d\varphi}{d\varphi}. \quad (2)$$

Ако се отчете, че внедряването на ролките е Δr_i и b_i е моментното междуосово разстояние между водещата ролка и заготовката, то зависимост (2) придобива вида

$$y' = \frac{b_i \sin(\beta_{1i})}{b_i \cos(\beta_{1i})} \cdot \frac{d\Delta r_i}{d\Delta r_i}, \quad (3)$$

Но от друга страна

$$\beta_{1i} = \arccos\left(\frac{b_i^2 + c^2 - a_i^2}{2b_i c}\right),$$

$$a_i = (d_{0i}' + d_{zi})/2 - \Delta r_i,$$

$$b_i = (d_{0i}'' + d_{zi})/2 - \Delta r_i,$$

$$c = (d_{0i}' + d_{0i}'')/2 + d_1. \quad (5)$$

След преработка и отчитане на правилото за диференциране на съставни функции [3] производната (3) придобива вида

$$y' = \frac{-\sin(\beta_{1i}) - \frac{\cos(\beta_{1i})}{\sqrt{(2b_i c)^2 - (b_i^2 + c^2 - a_i^2)^2}} [c^2 - (a_i - b_i)^2]}{-\cos(\beta_{1i}) + \frac{\sin(\beta_{1i})}{\sqrt{(2b_i c)^2 - b_i(b_i^2 + c^2 - a_i^2)^2}} [c^2 - (a_i - b_i)^2]}. \quad (6)$$

ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ГОЛЕМИНАТА НА СКОРОСТТА НА ПРИДВИЖВАНЕ НА ЦЕНТЪРА НА ЗАГОТОВКАТА

Големината на скоростта V_{O_i} (фиг.2) на придвижване на центъра на заготовката, за разглежданият метод на валцоване на ротационни профилни повърхнини, зависи от големините на периферните скорости на водещата V_{wio}' и водимата V_{wio}'' ролка, съответно по диаметрите d_{wio}' и d_{wio}'' , определяни в [1] (фиг.2).

Ако се приеме че в зоната на контакт, в безкрайно малка близост до т. M_i и т. N_i , центроидните криви са дъги от окръжност, за скоростите V_{wio}' и V_{wio}'' са валидни зависимости [2, 3]

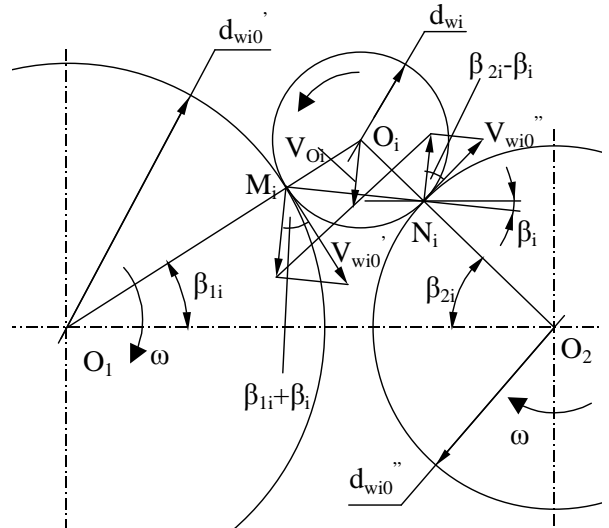
$$V_{wio}' = \omega \frac{d_{wio}'}{2}, \quad V_{wio}'' = \omega \frac{d_{wio}''}{2}, \quad (7)$$

където ω е ъгловата скорост на въртене на ролките в rad/s .

Отчитайки че $\Delta Q_i N_i L_i$ и $\Delta P_i M_i L_i$ са подобни за x_i се записва зависимостта

$$\frac{x_i}{M_i N_i - x_i} = \frac{V_{wio}' \cos(\beta_{2i} - \beta_i)}{V_{wio}'' \cos(\beta_{1i} + \beta_i)}. \quad (8)$$

След преработка (11) придобива вида



Фиг.2 Схема за определяне на скоростта V_{O_i} на заготовката

$$x_i = \frac{M_i N_i \cdot V_{wio}' \cos(\beta_{2i} - \beta_i)}{V_{wio}' \cos(\beta_{2i} - \beta_i) + V_{wio}'' \cos(\beta_{1i} + \beta_i)}, \quad (9)$$

където

$$\beta_{1i} = \arccos\left(\frac{b_i^2 + c^2 - a_i^2}{2b_i c}\right)$$

$$\beta_{2i} = \arccos\left(\frac{a_i^2 + c^2 - b_i^2}{2a_i c}\right)$$

$$\beta = \arctg\left\{\frac{\frac{d_{wio}'}{2} \sin(\beta_{1i}) - \frac{d_{wio}''}{2} \sin(\beta_{2i})}{c - \frac{d_{wio}'}{2} \cos(\beta_{1i}) - \frac{d_{wio}''}{2} \cos(\beta_{2i})}\right\}$$

$$M_i N_i = \left\{c - \left[\frac{d_{wio}'}{2} \cos(\beta_{1i}) + \frac{d_{wio}''}{2} \cos(\beta_{2i})\right]\right\} / \cos(\beta_i). \quad (10)$$

След преработка на (9) за V_{oi} се записва зависимостта

$$V_{oi} = \frac{O_i N_i - x_i V_{wio}'' \cos(\beta_{2i} - \beta_i)}{x_i}. \quad (11)$$

Отчитайки факта че всички параметри, от които зависи V_{oi} (големина (11) и направление (6)) са функции на внедряването на инструмента в заготовката Δr_i , то за всяка стойност на големината на внедряването може да се определи еднозначно и скоростта на придвижване на заготовката в процеса на обработка.

При дискретизиране големината на подаването, така че траекторията, която описва центъра на заготовката, от точка до точка, съответстващи на всяко Δr_i , да се приеме с достатъчна точност за права линия (фиг.4), то Δx_i и Δy_i се описват с уравненията

$$\Delta x_i = b_i \cos(\beta_{1i}) - b_{(i+1)} \cos[\beta_{(i+1)}], \quad \Delta y_i = b_i \sin(\beta_{1i}) - b_{(i+1)} \sin[\beta_{(i+1)}], \quad (12)$$

където

$b_i = d_0'/2 + d_{1i}/2$ - е междуосовото разстояние на водещата ролка и заготовката.

За големината на средната скорост на придвижване на V_{ocpi} за i -тия участък от траекторията на движение на центъра на заготовката (фиг.4), се записва зависимостта

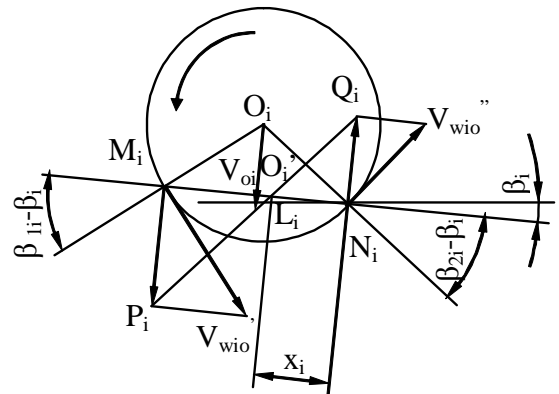
$$V_{ocpi} = (V_{oi} + V_{o(i+1)})/2, \quad (13)$$

където V_{oi} е големина на скоростта, на центъра на заготовката, за точка от траекторията съответстваща на i -тата стойност на внедряването Δr_i ;

$V_{o(i+1)}$ - големина на скоростта, на центъра на заготовката, за точка от траекторията съответстваща на $(i+1)$ -та стойност на внедряването $\Delta r_{(i+1)}$.

Ако за времето Δt_i , необходимо на центъра на заготовката т. O_i да се придвижи от т. i до т. $(i+1)$ се определя по зависимостта

$$\Delta t_i = \frac{\sqrt{\Delta x_i^2 + \Delta y_i^2}}{V_{ocpi}}, \quad (14)$$



Фиг. 3. Схема на скоростите определящи движението на заготовката

то за общото време t и средната скорост на придвижване на заготовката V_{ocp} се записват уравненията

$$\Delta t = \sum_{i=1}^{n-1} \Delta t_i, \quad V_{ocp} = \frac{\left(\sum_{i=1}^n V_{oi} \right)}{n}. \quad (15)$$

За минутната производителност на метода, отчитайки (15) се записва

$$A = 60 / \Delta t. \quad (16)$$

При избора на диаметри на ролките от съществено значение е не само производителността, но така също и броят на завъртанията n които заготовката извършва при обтъркаването си, по време на валцоването. За да се формообразува качествена профилна повърхнина е препоръчително n да не е по-малък от 3,5–4.

Завъртанията на заготовката n_i в i -тия момент на придвижване на заготовката по предварително зададената траектория [1], при положение че приложните точки на скоростите V'_{wio} и V''_{wio} не се променят и движението не се ограничава от ролките (фиг.4), отчитайки (15) се записва зависимостта

$$n_i = \frac{(V'_{wio} + V''_{wio}) \Delta t_i}{2\pi \left[\frac{d_{wi} + d_{w(i+1)}}{2} \right]}. \quad (17)$$

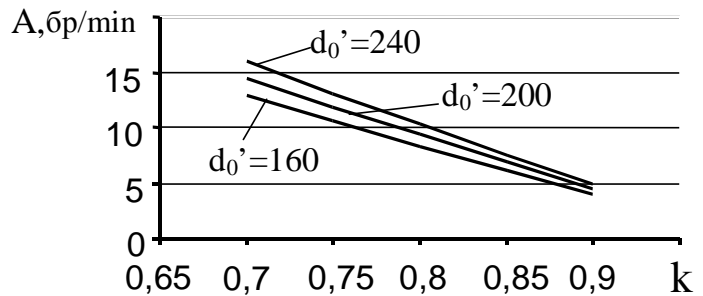
Тогава за общият брой завъртания n , отчитайки (17) се записва зависимостта

$$n = \sum_{i=1}^{n-1} n_i. \quad (18)$$

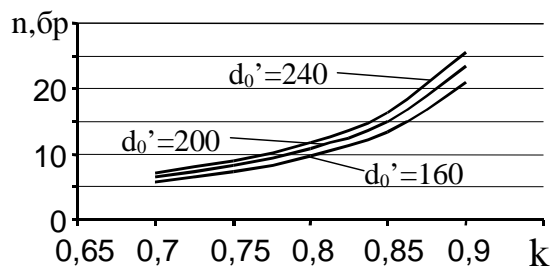
Табл. 1. Производителност, скорост и бр. завъртания

Профил d, mm	d _z , mm	d ₀ '=200; d ₀ ''= 170			d ₀ '=170; d ₀ ''= 140		
		Производителност, бр/min	V _{ocp} , mm/s	Брой завъртания	Производителност, бр/min	V _{ocp} , mm/s	Брой завъртания
4,2	3,687	6,887	0,784	15,019	7,522	0,784	11,520
3,5	2,990	6,881	0,784	18,688	7,517	0,784	14,329

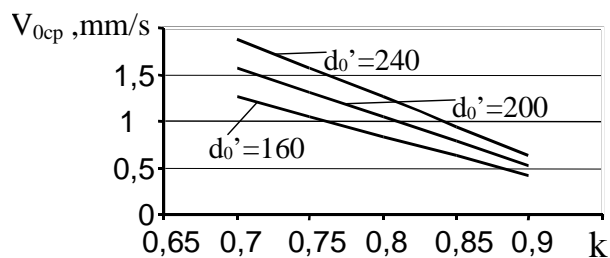
Като се използва специално разработен алгоритъм в програмната среда на електронните таблици Excel по приведените по-горе зависимости за един оборот на валцоващите ролки в минута, са определени стойностите на средната скорост на придвижване на заготовката V_{ocp} , производителността A и общият брой завъртания на заготовката n (табл.1), и са построени графики сравняващи изменението на производителността A , средна скорост на придвижване на центъра на заготовката V_{ocp} и броят завъртания n на заготовката през процеса на валцоване, в зависимост от



коэффициента k при различни стойности на диаметъра d_0' , съответно фиг.5, фиг.6 и фиг.7.



Фиг.6. Брой завъртания n на заготовката през процеса на валцоване



Фиг.7. Средна скорост на придвижване на центъра на заготовката

ИЗВОДИ

Проведеният анализ на база на изведените зависимости за изменението на средна скорост V_{0cp} на придвижване на центъра на заготовката, производителността на процеса на валцоване и броят завъртания n на заготовката, и извършените изчисления позволява да се направят следните изводи:

- Производителността на процеса на валцоване съществено зависи от съотношението k на диаметрите на ролките. Влиянието обаче на големината на диаметъра на водещата валцоваща ролка d_0' върху производителността при постоянно k е малка (фиг.5);

- Броят завъртания n на заготовката зависи от стойността на коефициента k и диаметъра на водещата валцоваща ролка d_0' (фиг.6);

- Изменение на големината на средна скорост V_{0cp} на придвижване на центъра на заготовката зависи както от стойността на коефициента k , така и големината на диаметъра на водещата ролка d_0' . С намаляване на стойността на коефициента k и нарастване на d_0' средна скорост V_{0cp} се променя значително (фиг.7);.

ЛИТЕРАТУРА

1. В.Иванов, Ал.Иванов. *Валцоване на ротационни профилни повърхнини с тангенциално подаване на заготовките*. Сборник доклади на международна научна конференция УНИТЕХ, Габрово 2001.
2. С. Иванов, С. Петров, И. Иванчев. *Физика*. София. Техника. 1964.
3. Ханс Йохан Барч. *Математически формули*. С., Наука и изкуство, 1990.
4. М.Тодоров, Партинов П., Цонев С., Попов Н.. *Теоретична механика. Част I. Кинематика и статика*. Русе. ВТУ "Ангел Кънчев", 1986.

За контакти:

Проф. д-р инж. Велико К. Иванов, Катедра "Технология на машиностроенето и металорежещи машини", Русенски университет "Ангел Кънчев", Тел.: 082 888 714, E-mail: Vivanov@manuf.ru.acad.bg .

Инж. Александър К. Иванов, Катедра "Технология на машиностроенето и металорежещи машини", Русенски университет "Ангел Кънчев", Тел.: 082 888 714, E-mail: akivanov@ru.acad.bg .