

# ВАЛЦОВАНЕ НА РОТАЦИОННИ ПОВЪРХНИНИ С ТАНГЕНЦИАЛНО ПОДАВАНЕ НА ЗАГОТОВКИТЕ

## ROLLING OF ROTATIONAL SURFACES WITH TANGENTIAL FEEDING OF PARTS

Доц. д.т.н. инж. Велико Колев Иванов  
Инж. Александър Кирилов Иванов

Русенски Университет "Ангел Кънчев"  
Русе 7014, ул. "Студентска" 8  
тел. (082) 44507-714, E-mail: vivanov@manuf.ru.acad.bg

### ABSTRACT

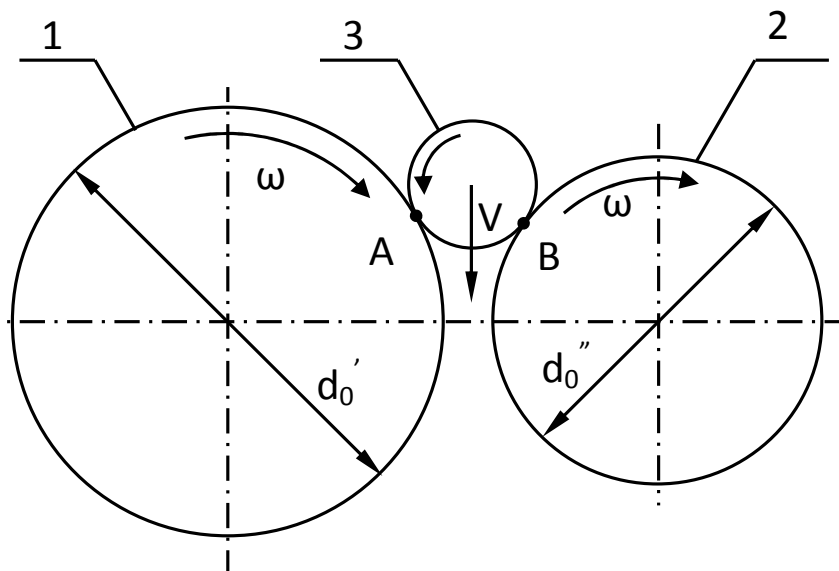
In this paper the diameters of the rolls that provide reliable rolling of rotational shaped surfaces with tangential feeding of parts are determined.

KEYWORDS: rolling, shaped surface, tangential feeding

### ВЪВЕДЕНИЕ

Валцоването с тангенциално подаване на заготовките е сравнително нов метод, използван за високопроизводително формообразуване на резби, шлицы и зъбни колела [1, 2, 3, 4]. Методът на валцоване се реализира чрез две ролки с различни диаметри, въртящи се с еднакви ъглови скорости  $\omega$  (фиг.1а).

Поради разликата в периферните скорости на ролките в точките А и В, под действие на възникващите сили на триене заготовката се върти около моментен център, и се премества в тангенциална посока със скорост  $V$ . Вследствие на тези движения ролките се внедряват радиално в заготовката постепенно и формообразуват необходимия профил, явяващ се огледален образ на профила на ролките.



Фиг.1. Схеми на реализация на процеса валцоване с тангенциално подаване на заготовките  
1 – водеща ролка, 2 – водима ролка; 3 – заготовка

Докато при валцоването на резби, шлицы и зъбни колела, завъртането на заготовката се осигурява освен от триенето и от периодичността на профила им, то при валцоването на ротационни профилни повърхнини въртенето и

преместването на заготовката се осигурява само от условията на триене и заклиняването ѝ между ролките.

В доклада по-долу се определят условията за реализиране на надеждно завъртане и преместване на заготовката между ролките.

### ОПРЕДЕЛЯНЕ НА МИНИМАЛНИТЕ ДИАМЕТРИ НА ВАЛЦОВАЩИТЕ РОЛКИ ОТ УСЛОВИЕТО ЗА ЗАКЛИНЯВАНЕ НА ЗАГОТОВКАТА

Заклиняването на заготовката между ролката зависи основно от диаметрите им, които се определят от фиг.2. Ако валцоването на ротационните повърхнини се реализира по схемата на фиг. 1 и се приеме, че в контактните точки възникват сили на нормален натиск  $N_1$  и  $N_2$ , и сили на триене  $T_1$  и  $T_2$  (фиг. 2), то от условието за равновесие на заготовката се записва равенството

$$\sum P_{xi} = 0 \quad , \quad (1)$$

където  $P_{xi}$  е проекцията на силите по ос  $Ox$  на координатната система  $Oxy$  (фиг.2). Отчитайки означенията на схемата, уравнение (1) придобива вида

$$N_1 \cdot \sin(\beta_1 + \beta_2) - T_2 - T_1 \cdot \cos(\beta_1 + \beta_2) = 0 \quad . \quad (2)$$

Тъй като  $T_1 = \mu N_1$  и  $T_2 = \mu N_2$ , където  $\mu$  е коефициент на триене и ако се приеме, че  $N_1 = N_2$ , то за определяне на коефициента на триене се получава зависимостта

$$\mu = \operatorname{tg}\left(\frac{\beta_1 + \beta_2}{2}\right) \quad . \quad (3)$$

За да се реализира заклиняване на заготовката е необходимо

$$\mu \geq 0 \quad , \quad (4)$$

използвайки теоремите за половинките ъгли в произволен триъгълник [5], в случая  $\Delta O_1 O O_2$  (фиг. 2) и равенствата

$$p = (a + b + c)/2, \quad a = (d_0'' + d_z)/2, \quad b = (d_0' + d_z)/2, \quad c = (d_0' + d_0'')/2 + d_1 \quad . \quad (5)$$

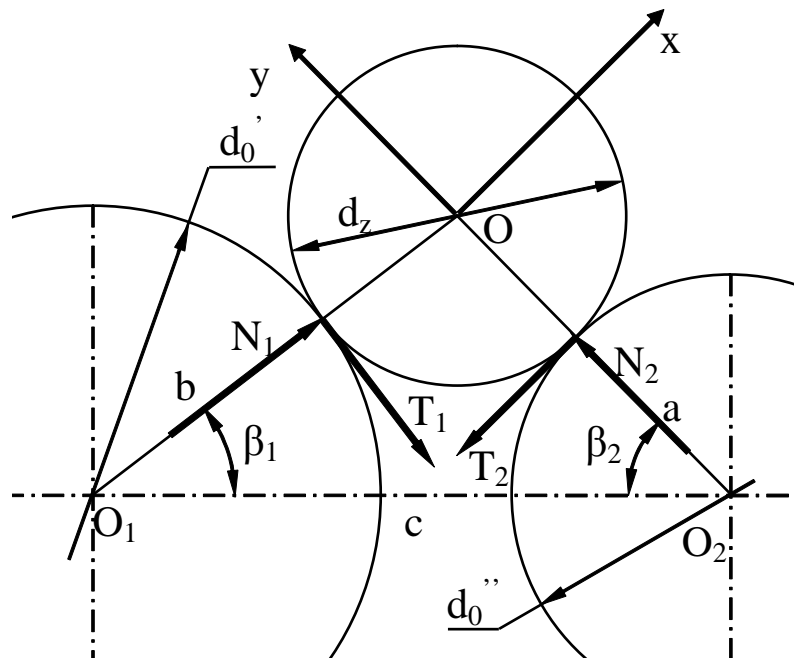
при прието съотношение на диаметрите на ролките  $k = d_0'/d_0''$ , след преобразуване, зависимост (4) добива вида

$$\mu \geq \sqrt{\frac{d_0'(1+k)(d_z - d_3) + d_z^2 - d_3^2}{kd_0'^2 + d_0'd_3(1+k) + d_3^2}} \quad . \quad (6)$$

След преработване на (6), отчитайки (4), за определяне на диаметъра на водещата ролка се получава неравенството

$$\mu^2 [kd_0'^2 + d_0'd_3(1+k) + d_3^2] - d_0'(1+k)(d_z - d_3) - d_z^2 + d_3^2 \geq 0 \quad , \quad (7)$$

където:  $d_3$  – теоретичен вътрешен диаметър на валцованата ротационна

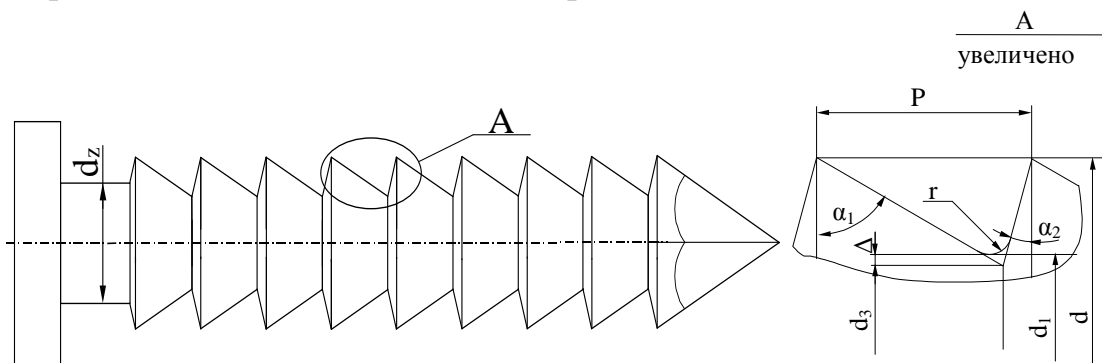


Фиг.8. Схема на възникващите сили в процеса на валцоване

повърхнина;

$d_z$  – диаметър на заготовката.

Минималният диаметър на ротационната повърхнина се определя от параметрите на изделието, посочени на фиг. 3 и табл. 1.



Фиг. 3. Общ вид и осов профил на ротационната профилна повърхнина

Табл. 1. Параметри на осов профил на палетни гвоздеи

d, mm	P, mm	d <sub>1</sub> , mm	α <sub>1</sub>	α <sub>2</sub>	r, mm
4,2	1,27	3,18813	65°	15°	0,05
3,5	1,27	2,48813	65°	15°	0,05

Тъй като стандартите [5, 6] не регламентират директно диаметрите  $d_1$  и  $d_3$  то от фиг.3 за определянето им се записват зависимостите

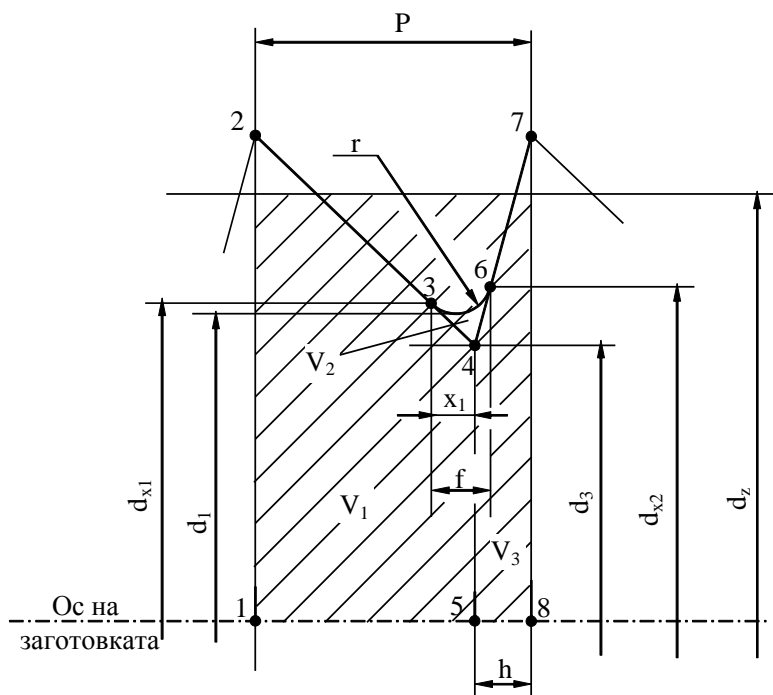
$$d_3 = d - \frac{2P}{(\operatorname{tg} \alpha_1 + \operatorname{tg} \alpha_2)}, \quad \Delta = r \cdot \left\{ \frac{\cos[(\alpha_1 - \alpha_2)/2]}{\sin[(\alpha_1 + \alpha_2)/2]} - 1 \right\}, \quad d_1 = d_3 + 2\Delta, \quad (11)$$

Диаметрите на заготовката се определят от условието за равенство на част от обемите на заготовката до валцоването и изделието след валцоване, с дължина  $P$ , където  $P$  е стъпката на профилната повърхнина (фиг. 3).

Ако обема на частта на заготовката е

$$V = P \frac{\pi d_z^2}{4},$$

а на частта на изделието – сумата от обемите  $V_1$  и  $V_3$  (фиг. 4) на пресечените конуси с осови полупрофили определени съответно от точките 1, 2, 4 и 5, и 5, 4, 7 и 8, и обема  $V_2$  на ротационното тяло между тях, с полупрофил, ограничен от точките 3, 4 и 6, то зависимостта за определяне на диаметъра на заготовката е



Фиг.4.Схема за определяне диаметрите на заготовката

$$d_z = \sqrt{\frac{4(V_1 + V_2 + V_3)}{\pi P}} \quad , \quad (9)$$

където

$$V_1 = \frac{\pi}{12} h(d_1^2 + d^2 + d_1 d)$$

$$V_2 = \frac{\pi f}{12} \left\{ \left[ \frac{2r}{\operatorname{tg}[(\alpha_1 - \alpha_2)/2]} \cos \alpha_1 + d_1 \right]^2 + \left[ \frac{2r}{\operatorname{tg}[(\alpha_1 - \alpha_2)/2]} \cos \alpha_2 + d_1 \right]^2 + \right. \\ \left. + \left[ \frac{2r}{\operatorname{tg}[(\alpha_1 - \alpha_2)/2]} \cos \alpha_2 + d_1 \right] \left[ \frac{2r}{\operatorname{tg}[(\alpha_1 - \alpha_2)/2]} \cos \alpha_1 + d_1 \right] \right\} - \pi \left\{ \frac{d_1}{2} + \frac{r}{\operatorname{tg}[(\alpha_1 + \alpha_2)/2]} \cos \left( \frac{\alpha_1 - \alpha_2}{2} \right) - \right. \\ \left. - \frac{8r^3 \sin^3 [(\alpha_1 + \alpha_2)/2]}{6 \left[ (\pi/180^\circ) (180^\circ - \alpha_1 - \alpha_2) r^2 - 2r^2 \sin [(\alpha_1 + \alpha_2)/2] \sqrt{1 - \sin^2 [(\alpha_1 + \alpha_2)/2]} \right]} \cos \left( \frac{\alpha_1 - \alpha_2}{2} \right) \right\} \\ \left. - \left[ \frac{\pi}{180} (180^\circ - \alpha_1 - \alpha_2) r^2 - 2r^2 \sin \left( 90^\circ - \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2} \right) \sqrt{1 - \sin^2 \left( 90^\circ - \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2} \right)} \right] \right\} - \\ - \frac{\pi x_1}{12} \left\{ \left[ \frac{2r}{\operatorname{tg}[(\alpha_1 - \alpha_2)/2]} \cos \alpha_1 + d_1 \right]^2 + d_1^2 + d_1 \left[ \frac{2r}{\operatorname{tg}[(\alpha_1 - \alpha_2)/2]} \cos \alpha_1 + d_1 \right] \right\} - \\ - \frac{\pi (f - x_1)}{12} \left\{ \left[ \frac{2r}{\operatorname{tg}[(\alpha_1 - \alpha_2)/2]} \cos \alpha_2 + d_1 \right]^2 + d_1^2 + d_1 \left[ \frac{2r}{\operatorname{tg}[(\alpha_1 - \alpha_2)/2]} \cos \alpha_2 + d_1 \right] \right\}$$

$$V_3 = \frac{\pi}{12} (P - h)(d_1^2 + d^2 + d_1 d)$$

За посочените в таблица 1 параметри на изделията по зависимостите са определени стойностите на диаметрите на заготовките (табл. 2).

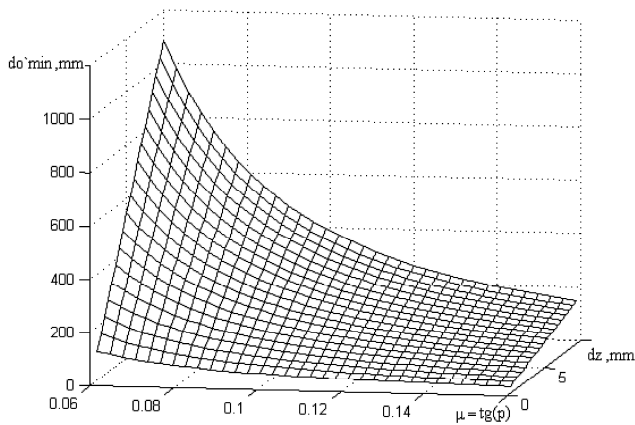
Табл. 2. Диаметри на заготовки

$d, mm$	$x_1, mm$	$f, mm$	$\Delta, mm$	$V_1, mm^3$	$V_2, mm^3$	$V_3, mm^3$	$d_z, mm$
4,2	0,054005	0,06943	0,0205	1,50531	0,00798	12,04758	3,6872
3,5	0,054005	0,06943	0,0205	0,98982	0,00623	7,92192	2,9901

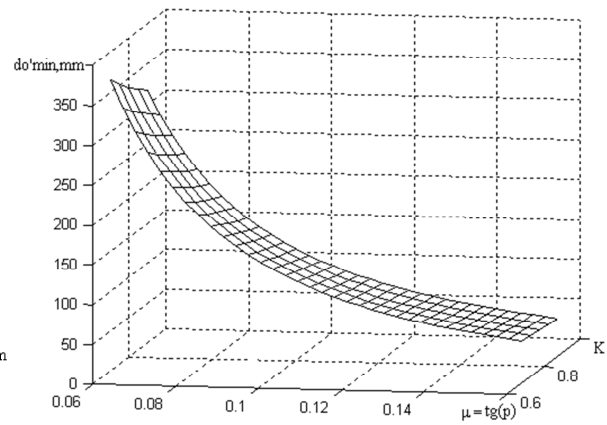
Използвайки зависимост (7) и стойностите на параметрите посочени в табл. 1 и 2 са построени графиките за определяне на критичният диаметър на голямата ролка  $d_0'$  в зависимост от диаметъра на заготовката  $d_z$  (фиг. 5) и от коефициента на триене  $\mu$  (фиг. 6) при различни стойности на  $k$ .

## ИЗВОДИ

Проведения анализ на условията на заклиняване на заготовката и получените зависимости за влиянието на коефициента на триене и диаметъра на заготовката позволява да се направят следните изводи:



Фиг.5. Влияние на  $d_z$  и  $\mu$  върху критичните стойности на  $d'_0$



Фиг.6. Влияние на  $\mu$  и  $k$  върху критичните стойности на  $d'_0$

1. Процесът валцоване на ротационни профилни повърхнини е реално осъществим за диаметри на заготовките не по-големи от 6 mm;
2. За да се валцоват профилни ротационни детайли с по-големи диаметри, ролките трябва да са с диаметри над 300 mm, което оскъпява съществено инструменталното осигуряване на процеса;
3. За коефициентите на триене в диапазона 0,06÷0,12 съотношението на диаметрите на водещата и водимата ролка не влияе съществено върху условията на заклиняване.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Дейнеко В.Г. *Новые способы непрерывного накатывания резьб и других профилей*. М., Машгиз, 1961.
2. Лапин В. В., М. Н. Писаревский, В. В. Самсонов, Ю. И. Сизов. *Накатывания резьб, червяков, шлицев*. Л., Машеностроения, 1986.
3. Писаревский М. Н. *Новые инструменты для накатывания резьб и шлицев*. М., Машеностроения, 1966 .
4. Hübl Johann, Conrad Horst. *Gewinderollmaschine* [Pee-Wee Maschinen- und Apparatebau Werner Plagemann]. Пат. ФРГ кл. В 21 h 3/04 ,N 1552186.
5. Ханс Йохан Барч. *Математически формули*. С., Наука и изкуство, 1990.