

5.5 Розрахунок сортових прокатних валків для прокатки квадратної заготовки в системі діагональних калібрів у програмному комплексі MathCAD

$$C_0 := 12$$

$$C_3 := 7$$

$$\mu_c := \frac{C_0^2}{C_3^2}$$

$$\mu_c = 2.939$$

$$\mu_{pk} := 1.5$$

$$n_{\Pi} := \frac{\log(\mu_c)}{\log(\mu_{pk})}$$

$$n_{\Pi} = 2.659$$

$$n_{\text{вал}} := 3$$

$$\log(\mu_{pk}) := \frac{\log(\mu_c)}{n_{\Pi}}$$

$$\log(\mu_{pk}) = \frac{\log(\mu_c)}{n_{\Pi}}$$

$$e^{\frac{\ln(\mu_c)}{n_{\Pi}}} = 1.432$$

$$\mu_{pk} := 1.432$$

$$\mu_p := \sqrt{\mu_{pk}}$$

$$\mu_p = 1.197$$

$$\mu_k := \sqrt{\mu_{pk}}$$

$$\mu_k = 1.197$$

$$Q_0 := C_0^2$$

$$Q_0 = 144$$

$$q_{p1} := \frac{Q_0}{\mu_p}$$

$$q_{p1} = 120.335$$

$$q_{KB2} := \frac{q_{p1}}{\mu_k}$$

$$q_{KB2} = 100.559$$

$$q_{p3} := \frac{q_{KB2}}{\mu_p}$$

$$q_{p3} = 84.033$$

$$q_{KB4} := \frac{q_{p3}}{\mu_k}$$

$$q_{KB4} = 70.223$$

$$q_{p5} := \frac{q_{KB4}}{\mu_p} \quad q_{p5} = 58.682$$

$$q_{KB6} := \frac{q_{p5}}{\mu_k} \quad q_{KB6} = 49.038$$

$$C_{KB2} := \sqrt{q_{KB2}} \quad C_{KB2} = 10.028$$

$$C_{KB4} := \sqrt{q_{KB4}} \quad C_{KB4} = 8.38$$

$$C_{KB6} := \sqrt{q_{KB6}} \quad C_{KB6} = 7.003$$

$$h_{KB2} := C_{KB2} \cdot \sqrt{2} \quad h_{KB2} = 14.182 \quad b_{KB2} := h_{KB2}$$

$$h_{KB4} := C_{KB4} \cdot \sqrt{2} \quad h_{KB4} = 11.851 \quad b_{KB4} := h_{KB4}$$

$$h_{KB6} := C_{KB6} \cdot \sqrt{2} \quad h_{KB6} = 9.903 \quad b_{KB6} := h_{KB6}$$

$$\beta_p := 120 \cdot \text{deg}$$

$$h_{p1} := \sqrt{\frac{2 \cdot q_{p1}}{\tan\left(\frac{\beta_p}{2}\right)}} \quad h_{p1} = 11.788 \quad b_{p1} := h_{p1} \cdot \tan\left(\frac{\beta_p}{2}\right) \quad b_{p1} = 20.417$$

$$C_{p1} := \sqrt{\left(\frac{h_{p1}}{2}\right)^2 + \left(\frac{b_{p1}}{2}\right)^2} \quad C_{p1} = 11.788$$

$$h_{p3} := \sqrt{\frac{2 \cdot q_{p3}}{\tan\left(\frac{\beta_p}{2}\right)}} \quad h_{p3} = 9.851 \quad b_{p3} := h_{p3} \cdot \tan\left(\frac{\beta_p}{2}\right) \quad b_{p3} = 17.062$$

$$C_{p3} := \sqrt{\left(\frac{h_{p3}}{2}\right)^2 + \left(\frac{b_{p3}}{2}\right)^2} \quad C_{p3} = 9.851$$

$$h_{p5} := \sqrt{\frac{2 \cdot q_{p5}}{\tan\left(\frac{\beta_p}{2}\right)}} \quad h_{p5} = 8.232 \quad b_{p5} := h_{p5} \cdot \tan\left(\frac{\beta_p}{2}\right) \quad b_{p5} = 14.258$$

$$C_{p5} := \sqrt{\left(\frac{h_{p5}}{2}\right)^2 + \left(\frac{b_{p5}}{2}\right)^2} \quad C_{p5} = 8.232$$

$$h_{cp1} := \frac{q_{p1}}{b_{p1}} \quad R_{cp1} := \frac{D_0 - h_{cp1}}{2} \quad D_0 := 50 \quad f := 0.2$$

$$\Delta b_1 := \frac{\mu_p - 1}{\sqrt{\mu_p}} \cdot \left[\sqrt{R_{cp1} \cdot h_{cp1} \cdot (\mu_p - 1)} - \frac{h_{cp1}}{2 \cdot f} \cdot (\mu_p - 1) \right] \quad \Delta b_1 = 0.388$$

$$h_{cp2} := \frac{q_{KB2}}{b_{KB2}} \quad R_{cp2} := \frac{D_0 - h_{cp2}}{2}$$

$$\Delta b_2 := \frac{\mu_k - 1}{\sqrt{\mu_k}} \cdot \left[\sqrt{R_{cp2} \cdot h_{cp2} \cdot (\mu_k - 1)} - \frac{h_{cp2}}{2 \cdot f} \cdot (\mu_k - 1) \right] \quad \Delta b_2 = 0.357$$

$$h_{cp3} := \frac{q_{p3}}{b_{p3}} \quad R_{cp3} := \frac{D_0 - h_{cp3}}{2}$$

$$\Delta b_3 := \frac{\mu_p - 1}{\sqrt{\mu_p}} \cdot \left[\sqrt{R_{cp3} \cdot h_{cp3} \cdot (\mu_p - 1)} - \frac{h_{cp3}}{2 \cdot f} \cdot (\mu_p - 1) \right] \quad \Delta b_3 = 0.405$$

$$h_{cp4} := \frac{q_{KB4}}{b_{KB4}} \quad R_{cp4} := \frac{D_0 - h_{cp4}}{2}$$

$$\Delta b_4 := \frac{\mu_k - 1}{\sqrt{\mu_k}} \cdot \left[\sqrt{R_{cp4} \cdot h_{cp4} \cdot (\mu_k - 1)} - \frac{h_{cp4}}{2 \cdot f} \cdot (\mu_k - 1) \right] \quad \Delta b_4 = 0.387$$

$$h_{cp5} := \frac{q_{p5}}{b_{p5}} \quad R_{cp5} := \frac{D_0 - h_{cp5}}{2}$$

$$\Delta b_5 := \frac{\mu_p - 1}{\sqrt{\mu_p}} \cdot \left[\sqrt{R_{cp5} \cdot h_{cp5} \cdot (\mu_p - 1)} - \frac{h_{cp5}}{2 \cdot f} \cdot (\mu_p - 1) \right] \quad \Delta b_5 = 0.411$$

$$h_{cp6} := \frac{q_{KB6}}{b_{KB6}} \quad R_{cp6} := \frac{D_0 - h_{cp6}}{2}$$

$$\Delta b_6 := \frac{\mu_k - 1}{\sqrt{\mu_k}} \cdot \left[\sqrt{R_{cp6} \cdot h_{cp6} \cdot (\mu_k - 1)} - \frac{h_{cp6}}{2 \cdot f} \cdot (\mu_k - 1) \right] \quad \Delta b_6 = 0.404$$

$$b_{KB2} - h_{p1} = 2.394 \quad \text{бі льше } \Delta b_2$$

$$b_{p3} - h_{KB2} = 2.88 \quad \text{бі льше } \Delta b_3$$

$$b_{KB4} - h_{p3} = 2 \quad \text{бі льше } \Delta b_4$$

$$b_{p5} - h_{KB4} = 2.407 \quad \text{бі льше } \Delta b_5$$

$$b_{KB6} - h_{p5} = 1.672 \quad \text{більше } \Delta b_6$$

$$r_{p1} := 0.15 \cdot h_{p1} \quad r_{p1} = 1.768$$

$$r'_{p1} := 0.35 \cdot b_{p1} \quad r'_{p1} = 7.146$$

$$r_{KB2} := 0.15 \cdot h_{KB2} \quad \overset{i}{r_{KB2}} = 2.127$$

$$r'_{KB2} := 0.35 \cdot b_{KB2} \quad r'_{KB2} = 4.964$$

$$r_{p3} := 0.15 \cdot h_{p3} \quad r_{p3} = 1.478$$

$$r'_{p3} := 0.35 \cdot b_{p3} \quad r'_{p3} = 5.972$$

$$r_{KB4} := 0.15 \cdot h_{KB4} \quad r_{KB4} = 1.778$$

$$r'_{KB4} := 0.35 \cdot b_{KB4} \quad r'_{KB4} = 4.148$$

$$r_{p5} := 0.15 \cdot h_{p5} \quad r_{p5} = 1.235$$

$$r'_{p5} := 0.35 \cdot b_{p5} \quad r'_{p5} = 4.99$$

$$r_{KB6} := 0.15 \cdot h_{KB6} \quad r_{KB6} = 1.486$$

$$r'_{KB6} := 0.35 \cdot b_{KB6} \quad r'_{KB6} = 3.466$$

а) для квадратного кал бра при

$$\beta_{KB} := 90 \text{ deg}$$

$$h'_{KB2} := h_{KB2} - 0.83 \cdot r_{KB2} \quad h'_{KB2} = 12.416$$

$$h'_{KB4} := h_{KB4} - 0.83 \cdot r_{KB4} \quad h'_{KB4} = 10.376$$

$$h'_{KB6} := h_{KB6} - 0.83 \cdot r_{KB6} \quad h'_{KB6} = 8.67$$

$$s := 1$$

$$b'_{KB2} := b_{KB2} - s \quad b'_{KB2} = 13.182$$

$$b'_{KB4} := b_{KB4} - s \quad b'_{KB4} = 10.851$$

$$b'_{KB6} := b_{KB6} - s \quad b'_{KB6} = 8.903$$

$$q'_{KB2} := q_{KB2} - 0.86 \cdot r_{KB2}^2 \quad q'_{KB2} = 96.667$$

$$q'_{KB4} := q_{KB4} - 0.86 \cdot r_{KB4}^2 \quad q'_{KB4} = 67.505$$

$$q'_{KB6} := q_{KB6} - 0.86 \cdot r_{KB6}^2 \quad q'_{KB6} = 47.14$$

б) для ромбічного калібра при

$$\beta_{\text{ром}} := 120 \cdot \text{deg}$$

$$h'_{p1} := h_{p1} - 0.31 \cdot r_{p1} \quad h'_{p1} = 11.24$$

$$h'_{p3} := h_{p3} - 0.31 \cdot r_{p3} \quad h'_{p3} = 9.392$$

$$h'_{p5} := h_{p5} - 0.31 \cdot r_{p5} \quad h'_{p5} = 7.849$$

$$b'_{p1} := b_{p1} - 1.73 \cdot s \quad b'_{p1} = 18.687$$

$$b'_{p3} := b_{p3} - 1.73 \cdot s \quad b'_{p3} = 15.332$$

$$b'_{p5} := b_{p5} - 1.73 \cdot s \quad b'_{p5} = 12.528$$

$$q'_{p1} := q_{p1} - 0.11 \cdot r_{p1}^2 - 0.87 \cdot s^2 \quad q'_{p1} = 119.121$$

$$q'_{p3} := q_{p3} - 0.11 \cdot r_{p3}^2 - 0.87 \cdot s^2 \quad q'_{p3} = 82.922$$

$$q'_{p5} := q_{p5} - 0.11 \cdot r_{p5}^2 - 0.87 \cdot s^2 \quad q'_{p5} = 57.644$$

Таблиця 5.2 – Основні розрахункові і дослідні дані при прокатуванні заготовки в системі витяжних калібрів ромб – квадрат (вихідний свинцевий зразок 10×12 мм, довжиною 112 мм)

№ проходу	Форма калібра	β , град	Розрахункові розміри							Розміри з закругленнями						μ	Довжина заготовки дослід. мм	С дослід мм	Розрахунок по значенню L										
			b, мм	h, мм	C, мм	q, мм ²	s, мм	r, мм	r', мм	Δb , мм	розрах.	дослід. ід.	розр ах.	дослід. ід.	розр ах.					розр ах.	дослід. мм								
0	Вихідна заготовка	90	17	17	12	144								15,6		15,6	144	120						216					
1	Ромб	120	20,42	11,79	11,79	120,34	1,0	1,77	7,15	0,39				18,69	16,0	11,24	11,8	119,12	94,40	1,21	1,27	1,27	0,40	9,94	270	1,25			
2	Квадрат	90	14,18	14,18	10,03	100,56	1,0	2,13	4,96	0,36				13,18	12,0	12,42	12,0	96,67	72,00	1,23	1,31	1,31	0,20	8,49	348	1,29			
3	Ромб	120	17,06	9,85	9,85	84,03	1,0	1,48	5,97	0,41				15,33	12,2	9,39	10,0	82,92	61,00	1,17	1,18	1,18	0,20	7,89	423	1,22			
4	Квадрат	90	11,85	11,85	8,38	70,22	1,0	1,78	4,15	0,39				10,85	10,5	10,38	10,5	67,51	55,13	1,23	1,11	1,11	0,50	7,42	465	1,10			
5	Ромб	120	14,26	8,23	8,23	58,68	1,0	1,24	4,99	0,41				12,53	10,8	7,85	9,2	57,64	49,68	1,17	1,11	1,11	0,30	7,09	555	1,19			
6	Квадрат	90	9,90	9,90	7,00	49,04	1,0	1,49	3,47	0,40				8,90	9,9	8,67	9,9	47,14	49,01	1,22	1,01	1,01	0,70	7,00	575	1,04			
													Всього сумарний коефіцієнт витяжки μ_{Σ} , як добуток μ по проходах (формула 5.4)						3,05	2,45					2,66				

Необхідно скласти звіт і зробити висновки.

Контрольні питання

1. Що таке система діагональних калібрів?
2. Охарактеризуйте систему витяжних калібрів ромб – квадрат.
3. Які переваги має система витяжних калібрів ромб – квадрат?
4. Коефіцієнти витяжки в ромбічному калібрі вище чи нижче, ніж в квадратному калібрі?
5. Опишіть загальну методику розрахунку розмірів витяжних калібрів.
6. Які особливості проведення роботи в лабораторних умовах для розрахунку калібровки валків?

Література до лабораторної роботи 5: [2, 5, 6]