

PISMENI ISPIT

1. Karakteristika kvaliteta 32 ± 0.055 mm izrađuje se uzdužnim struganjem iz šipke prečnika 36 mm, korakom od 0.18 mm, na dužini 45 mm. Otpor prodiranja se za te uslove obrade određuje prema obrascu: $F_2 = 900 \cdot a^{0.85} \cdot s^{0.75}$ [N], dok je statička krutost u (sa stanovišta tačnosti obrade) kritičnom preseku $K_S = 2.45 \cdot 10^4$ N/mm². Brzina rezanja iznosi 50 m/min.

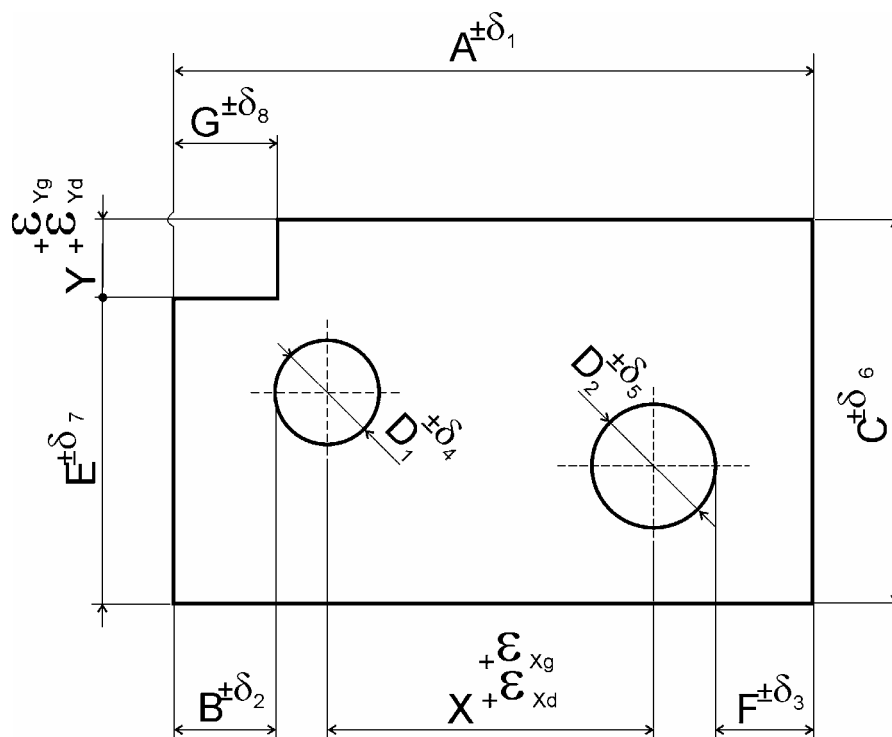
Regulisanje alata se izvodi na 6 probnih komada, pri čemu su greške postavljanja alata i metoda merenja po 15 μm. Vrednost slučajne greške Δ_{sl} je od ranije poznata i iznosi 30 μm. Veličina habanja u pravcu upravnom na obrađenu površinu dobija se prema obrascu $B_r = B_{rp} + B_{ro} \cdot t$. Za date tehnološke uslove obrade vrednosti parametara habanja B_{rp} i B_{ro} iznose 0.008 mm i 0.55 μm/min. Temperaturska dilatacija noža iznosi 10 μm.

Da li se pri datim uslovima obrade može izraditi 75 ispravnih komada bez periodičnog regulisanja ili zamene alata?

2. Na trima mašinama se obrađuje dimenzija 50 ± 0.025 mm, na radnim predmetima iz lansirane serije. U jednom obilasku kontrolor je izvlačenjem po jednog uzorka odredio:
- među izratcima sa prve mašine: 89 dobrih i 4 loša komada,
 - među izratcima sa druge mašine: 153 dobra i 7 loših komada,
 - među izratcima sa treće mašine: 39 dobrih i 8 loših komada.

Utvrđiti na kojim se mašinama međusobno postiže statistički identičan nivo tačnosti obrade.

3. Izračunati nominalne vrednosti, gornja i donja granična ostupanja karakteristika kvaliteta $X \pm \epsilon_X$ i $Y \pm \epsilon_Y$ (ploča na slici 1), u opštim brojevima. Karakteristike koje su značajne za ispravno funkcionisanje sklopa u kome se nalazi ploča su X i E.



Slika 1: Ploča.

REŠENJA**1. ZADATAK (Linearna regresija)**

Ukupna greška se dobija po obrascu:

$$\Delta = \Delta_I + \Delta_{II} = \Delta_e + \Delta_h - \Delta_\theta + \sqrt{\Delta_{sl}^2 + \Delta_m^2 + \Delta_p^2 + \Delta_n^2}.$$

Greška usled nedovoljne krutosti segmenata obradnog sistema dobija se prema obrascu:

$$\Delta_e = \frac{2 \cdot F_2}{K_s} = \frac{2 \cdot 900 \cdot a^{0.85} \cdot s^{0.75}}{K_s},$$

gde su:

$$a = \frac{D_{\max} - D}{2} = \frac{36 - 32}{2} = 2 \text{ mm},$$

$$s = 0.18 \text{ mm (zadato)},$$

pa sledi:

$$\Delta_e = \frac{2 \cdot 900 \cdot 2^{0.85} \cdot 0.18^{0.75}}{2.45 \cdot 10^4} = 0.037$$

Greška usled habanja strugarskog noža na 75-om izrađenom komadu izračunava se prema obrascu:

$$\Delta_h = 2 \cdot (B_{rp} + B_{ro} \cdot t),$$

gde se nepoznato vreme izračunava pomoću obrasca za ukupan put rezanja:

$$L_{uk} = L \cdot N = \frac{v \cdot s \cdot t}{\pi \cdot D_{\max}},$$

pa napokon dobijamo:

$$\Delta_h = 2 \cdot \left(B_{rp} + B_{ro} \cdot \pi \cdot D_{\max} \cdot N \cdot \frac{L}{v \cdot s} \right) = 2 \cdot \left(0.008 + 0.55 \cdot 10^{-3} \cdot \pi \cdot 36 \cdot 75 \cdot \frac{45}{50 \cdot 10^3 \cdot 0.18} \right) = 0.063 \text{ mm}.$$

Slučajna greška $\Delta_{sl} = 0.03$ mm je zadata, a na osnovu nje izračunavamo i grešku metoda probnih komada:

$$\Delta_n = \frac{\Delta_{sl}}{\sqrt{n_{pk}}} = \frac{0.03}{\sqrt{6}} = 0.012 \text{ mm}.$$

Greška usled toplotnih dilatacija dobija se prema obrascu:

$$\Delta_\theta = 2 \cdot \Delta_L = 2 \cdot 0.01 = 0.02.$$

Greške usled postavljanja i metoda merenja zadate su tekstem zadatka:

$$\Delta_p = \Delta_m = 0.015 \text{ mm}.$$

Ukupna greška na 75-om izrađenom komadu, dakle iznosi:

$$\Delta = 0.037 + 0.063 - 0.02 + \sqrt{0.03^2 + 0.015^2 + 0.015^2 + 0.012^2} = 0.119 \text{ mm}.$$

Pošto je u početku rezanja, dok je greška habanja još jednaka nuli, zadovoljen uslov:

$$\Delta_e + \Delta_{II} = 0.037 + 0.039 > \Delta_\theta = 0.020,$$

tada za ukupnu grešku mora da važi uslov: $\Delta < T$, gde je T zadata širina tolerancijskog polja, koja iznosi: $T = 0.055 + 0.055 = 0.110$ mm. Pošto dobijamo:

$$\Delta = 0.119 > T = 0.110$$

zaključujemo da će pre 75-og izrađenog komada početi da se javlja škart.

2. ZADATAK (Provera hipoteze o jednakosti proporcija elemenata dvaju osnovnih skupova na osnovu uzoraka)

Posmatramo svojstvo neusaglašenosti karakteristike kvaliteta 50 ± 0.025 mm sa konstrukcionom dokumentacijom.

Najpre izračunavamo proporcije elemenata sa posmatranim svojstvom:

- na I mašini: $p_1 = \frac{m_1}{n_1} = \frac{4}{93} = 0.043$;
- na II mašini: $p_2 = \frac{m_2}{n_2} = \frac{7}{160} = 0.044$;
- na III mašini: $p_3 = \frac{m_3}{n_3} = \frac{8}{47} = 0.170$.

Proveravamo hipotezu o jednakosti proporcija za:

- I i II mašinu:

$$\bar{p}_{12} = \frac{m_1 + m_2}{n_1 + n_2} = \frac{4 + 7}{93 + 160} = \frac{11}{253} = 0.0435 \Rightarrow \bar{q}_{12} = 1 - \bar{p}_{12} = 0.9565,$$

$$s_{d12} = \sqrt{\bar{p}_{12} \cdot \bar{q}_{12} \cdot \frac{n_1 + n_2}{n_1 \cdot n_2}} = \sqrt{0.0435 \cdot 0.9565 \cdot \frac{93 + 160}{93 \cdot 160}} = 0.0266,$$

$$t_{012} = \frac{|p_1 - p_2|}{s_{d12}} = \frac{|0.043 - 0.044|}{0.0266} = 0.0376.$$

Pošto je: $t_{012} = 0.0376 < 2 \Rightarrow$ na I i II mašini se postiže statički ista tačnost.

- II i III mašinu:

$$\bar{p}_{23} = \frac{m_2 + m_3}{n_2 + n_3} = \frac{7 + 8}{160 + 47} = \frac{15}{207} = 0.0725 \Rightarrow \bar{q}_{23} = 1 - \bar{p}_{23} = 0.9275,$$

$$s_{d23} = \sqrt{\bar{p}_{23} \cdot \bar{q}_{23} \cdot \frac{n_2 + n_3}{n_2 \cdot n_3}} = \sqrt{0.0725 \cdot 0.9275 \cdot \frac{160 + 47}{160 \cdot 47}} = 0.0430,$$

$$t_{023} = \frac{|p_2 - p_3|}{s_{d23}} = \frac{|0.044 - 0.170|}{0.0430} = 2.9302.$$

Pošto je: $t_{023} = 2.9302 > 2 \Rightarrow$ na II i III mašini se ne postiže statički ista tačnost.

Napokon zaključujemo:

$$\left. \begin{array}{l} \text{I i II - ista tačnost} \\ \text{II i III - različita tačnost} \end{array} \right\} \Rightarrow \text{I i III - različita tačnost.}$$

3. ZADATAK (Merni lanac)

Karakteristika X učestvuje u sledećem mernom lancu:

$$A = B + \frac{D_1}{2} + X + \frac{D_2}{2} + F.$$

Nominalna vrednost karakteristike X dobija se prema:

$$X^{\text{NOM.}} = A - B - \frac{D_1}{2} - \frac{D_2}{2} - F.$$

Pošto je karakteristika X završni član, prethodna jednačina nam može poslužiti za određivanje gornjih i donjih graničnih vrednosti, na sledeći način:

$$X_g = A_g - B_d - \frac{D_{1d}}{2} - \frac{D_{2d}}{2} - F_d = A + \delta_1 - (B - \delta_2) - \left(\frac{D_1 - \delta_4}{2}\right) - \left(\frac{D_2 - \delta_5}{2}\right) - (F - \delta_3) \Rightarrow$$

$$X_g = A - B - \frac{D_1}{2} - \frac{D_2}{2} - F + \left(\delta_1 + \delta_2 + \delta_3 + \frac{\delta_4 + \delta_5}{2}\right);$$

$$X_d = A_d - B_g - \frac{D_{1g}}{2} - \frac{D_{2g}}{2} - F_g = A - \delta_1 - (B + \delta_2) - \left(\frac{D_1 + \delta_4}{2}\right) - \left(\frac{D_2 + \delta_5}{2}\right) - (F + \delta_3) \Rightarrow$$

$$X_d = A - B - \frac{D_1}{2} - \frac{D_2}{2} - F - \left(\delta_1 + \delta_2 + \delta_3 + \frac{\delta_4 + \delta_5}{2}\right);$$

odakle sledi da su gornje i donje granično odstupanje za karakteristiku X:

$$\varepsilon_{Xg} = + \left(\delta_1 + \delta_2 + \delta_3 + \frac{\delta_4 + \delta_5}{2}\right),$$

$$\varepsilon_{Xd} = - \left(\delta_1 + \delta_2 + \delta_3 + \frac{\delta_4 + \delta_5}{2}\right),$$

odnosno:

$$X^{\text{NOM.} + \varepsilon_{Xg} + \varepsilon_{Xd}} = \left(A - B - \frac{D_1}{2} - \frac{D_2}{2} - F \right) \begin{matrix} + \left(\delta_1 + \delta_2 + \delta_3 + \frac{\delta_4 + \delta_5}{2}\right) \\ - \left(\delta_1 + \delta_2 + \delta_3 + \frac{\delta_4 + \delta_5}{2}\right) \end{matrix}.$$

Karakteristika Y učestvuje u sledećem mernom lancu:

$$C = E + Y.$$

Nominalna vrednost karakteristike Y dobija se prema:

$$Y^{\text{NOM.}} = C - E.$$

Pošto je karakteristika Y sastavni član, a funkcionalna karakteristika (završni član) u mernom lancu je E, za određivanje gornjih i donjih graničnih vrednosti, koristimo jednačinu:

$$E = C - Y,$$

pa dalje dobijamo:

$$E_g = C_g - Y_d \Rightarrow E + \delta_7 = C + \delta_6 - Y_d \Rightarrow$$

$$Y_d = C + \delta_6 - (E + \delta_7) = C - E - (\delta_7 - \delta_6);$$

$$E_d = C_d - Y_g \Rightarrow E - \delta_7 = C - \delta_6 - Y_g \Rightarrow$$

$$Y_g = C - \delta_6 - (E - \delta_7) = C - E + (\delta_7 - \delta_6);$$

odakle sledi da su gornje i donje granično odstupanje za karakteristiku Y:

$$\varepsilon_{Yg} = + (\delta_7 - \delta_6),$$

$$\varepsilon_{Yd} = - (\delta_7 - \delta_6),$$

odnosno:

$$Y^{\text{NOM.} + \varepsilon_{Yg} + \varepsilon_{Yd}} = (C - E) \begin{matrix} + (\delta_7 - \delta_6) \\ - (\delta_7 - \delta_6) \end{matrix}.$$