

KATEDRA ZA PROIZVODNO MAŠINSTVO
UPRAVLJANJE KVALITETOM PROIZVODA (0109)
UPRAVLJANJE KVALITETOM PROIZVODA I (0117)

JUL 2002. god.

I grupa

PISMENI ISPIT

1. Pri obradi površine prečnika $\varnothing 36_{-0.010}^{+0.060}$, dužine 120 mm, spoljašnjim uzdužnim struganjem, alat je regulisan na nominalnu meru. Poznato je:
- režim rezanja: brzina rezanja 60 m/min, korak 0.25 mm/o, dubina rezanja 2 mm;
 - krutost obradnog sistema je konstantna duž ose obratka i iznosi: $3.5 \cdot 10^4$ N/mm;
 - otpor prodiranju iznosi: $350 \cdot a \cdot s^{0.5}$ N;
 - statističkom kontrolom je na određenom broju uzoraka sa po 4 primeraka u uzorku utvrđena srednja vrednost raspona $10.3 \mu\text{m}$;
 - alat je regulisan metodom probnih komada; sve operacije u procesu postavljanja i regulisanja alata kontrolisane su pomoću komparatora preciznosti $10 \mu\text{m}$, klase tačnosti 1;
 - temperaturska dilatacija noža iznosi $10 \mu\text{m}$;
 - funkcija habanja ima sledeći oblik: $B_r = 10^{-5} \cdot t^{1.46}$ [mm], gde je t – vreme rezanja [min]; alat ima veoma veliku postojanost.

Potrebno je:

- a) odrediti broj probnih komada, pomoću kojih je izvršeno regulisanje alata, ako je do prvog periodičnog regulisanja alata obrađeno ukupno 70 delova, i
- b) odrediti novu vrednost radne mere, pri kojoj će obrada dati maksimalni broj izradaka do prvog periodičnog regulisanja alata, a zatim i maksimalni broj izradaka.

2. U odeljenju prijemne kontrole u fabrici A pukla je vodovodna cev i napravila poplavu, oštetiši deo dokumentacije za ulaznu kontrolu osovinica $\varnothing 50_{-0.1}^{+0}$, koje ovoj fabrici isporučuje fabrika B. Od karakteristika plana prijema za pomenuti deo, sa oštećene dokumentacije, mogu se razabrati samo sledeća 4 podatka:

- $\alpha = 4\%$,
- $\beta = 7\%$,
- $p_1 = 3\%$,
- $s \leq 29.34750 - 0.58695 \cdot \bar{x}$.

Stigla je nova isporuka osovinica iz fabrike B. Potrebno je hitno, bez ponovne detaljne konstrukcije plana prijema, samo na osnovu raspoloživih podataka:

- a) odrediti odbijajući nivo kvaliteta,
- b) odrediti potrebnu veličinu uzorka, i
- c) dati odgovor na pitanje može li biti prihvaćena serija, ako su na izvučenom uzorku utvrđene sledeće vrednosti parametara: $s = 0.005$ mm, $\bar{x} = 49.93$ mm.

Napomena: treću definicionu (ne)jednačinu plana prijema fabrike A i B, dogovorno, aproksimiraju nejednačinom $s \leq 70\% \cdot s_{\max}$, gde je s_{\max} maksimalna vrednost disperzije u oblasti prihvatanja serije, određena samo prvim dvema definicionim (ne)jednačinama.

REŠENJA**1. ZADATAK**

a) Ukupna greška obrade se računa prema sledećem obrascu:

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

Greška usled elastičnih deformacija noža se računa prema obrascu:

$$\Delta_e = \frac{2 \cdot F_2}{K_s} = \frac{2 \cdot 350 \cdot 2 \cdot 0.25^{0.5}}{35000},$$

i iznosi:

$$\Delta_e = 0.02 \text{ mm.}$$

Greška usled toplotnih dilatacija noža se računa prema obrascu:

$$\Delta_\theta = 2 \cdot \Delta l = 2 \cdot 0.01,$$

i iznosi:

$$\Delta_\theta = 0.02 \text{ mm.}$$

Vreme obrade 70 komada dobija se prema obrascu:

$$t = \frac{D_{\max} \cdot \pi \cdot l \cdot N}{v \cdot s} = \frac{(d + 2a) \cdot \pi \cdot l \cdot N}{v \cdot s} = \frac{40 \cdot \pi \cdot 120 \cdot 70}{60 \cdot 1000 \cdot 0.25} = 70.372 \text{ min,}$$

pa možemo izračunati grešku usled habanja noža:

$$\Delta_h = 2 \cdot B_r = 2 \cdot 10^{-5} \cdot t^{1.46} = 2 \cdot 10^{-5} \cdot 70.372^{1.46} = 0.010 \text{ mm.}$$

Greška postavljanja alata i greška metoda merenja dobijaju se iz tab. 6.3, str. 167 i tab. 6.4, str. 168, UKP M1, prema napomeni iz teksta zadatka da je kontrola procesa postavljanja i regulisanja alata obavljena pomoću komparatora, preciznosti 0.01 mm i klase tačnosti 1. Te greške, sukcesivno, iznose:

$$\Delta_p = 0.015 \text{ mm, } \Delta_m = 0.030 \text{ mm.}$$

Parametar d_2 , na osnovu zadatog obima uzorka $n = 4$, nalazimo prema UKP M1, tab. 5 i on iznosi:

$$d_2 = 2.059,$$

pa tako dobijamo vrednost slučajne greške:

$$\Delta_{sl} = \frac{6 \cdot \bar{R}}{d_2} = \frac{6 \cdot 0.0103}{2.059} = 0.030 \text{ mm.}$$

Greška metode probnih komada računa se prema obrascu:

$$\Delta_n = \frac{\Delta_{sl}}{\sqrt{n_{PK}}},$$

u kome je nepoznata veličina broj probnih komada n_{PK} .

Ukupna nesistematska greška se računa prema obrascu:

$$\begin{aligned} \Delta_{II} &= \sqrt{\Delta_{sl}^2 + \Delta_p^2 + \Delta_m^2 + \Delta_n^2} = \sqrt{\Delta_{sl}^2 + \Delta_p^2 + \Delta_m^2 + \frac{\Delta_{sl}^2}{n_{PK}}} = \\ &= \sqrt{0.030^2 + 0.015^2 + 0.030^2 + \frac{0.030^2}{n_{PK}}} = \sqrt{0.002025 + \frac{0.0009}{n_{PK}}}, \end{aligned}$$

i ona mora da zadovolji sledeći uslov:

$$\Delta_e + \Delta_h - \Delta_\theta + \Delta_{II} \leq T_{ras} \Rightarrow \Delta_{II} \leq T_{ras} - \Delta_e - \Delta_h + \Delta_\theta.$$

Da bismo mogli da odredimo veličinu raspoloživog dela tolerancijskog polja T_{ras} , moramo najpre da proverimo sledeći uslov:

$$\Delta_{\theta} = 0.02 < \Delta_e + \Delta_{II} = 0.02 + \Delta_{II} [\text{mm}],$$

koji je očigledno ispunjen za svaku vrednost Δ_{II} , pa, uzevši u obzir da se radi o spoljašnjem struganju, zaključujemo da vrednost raspoloživog dela tolerancijskog polja iznosi:

$$\Delta \leq x_g - x_r = 36.060 - 36 = 0.060 \text{ mm},$$

odnosno, dobijamo uslov koji mora da zadovolji ukupna nesistematska greška:

$$\Delta_{II} \leq T_{ras} - \Delta_e - \Delta_h + \Delta_{\theta} = 0.06 - 0.02 - 0.01 + 0.02 = 0.05 \text{ mm}.$$

Napokon, dobijamo **broj probnih komada**:

$$\Delta_{II} = \sqrt{0.002025 + \frac{0.0009}{n_{PK}}} \leq 0.05 \Rightarrow n_{PK} \geq 1.895 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow n_{PK} = 5 \text{ (broj probnih komada ne može biti manji od 5).}$$

Sada možemo da izračunamo i vrednost *ukupne nesistematske greške*:

$$\Delta_{II} = \sqrt{0.002025 + \frac{0.0009}{5}} = 0.047 \text{ mm}.$$

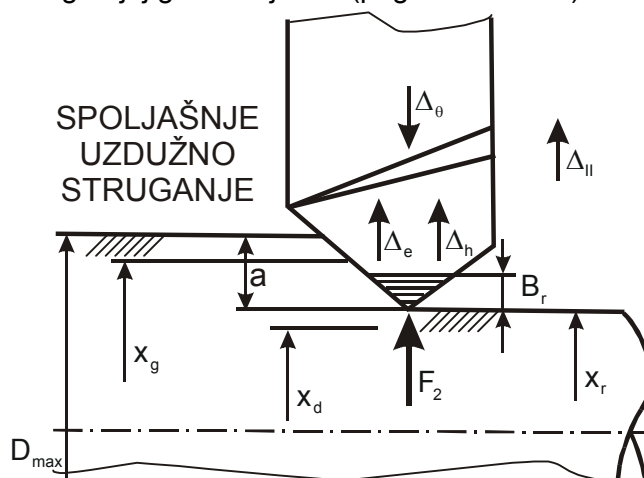
b) Nova radna mera pri kojoj će biti napravljen maksimalan broj tačnih izradaka jednaka je donjoj graničnoj meri i iznosi:

$$x_r^{nova} = x_d = 35.99 \text{ mm}.$$

Do ovog zaključka se može doći zato što je ispunjen uslov:

$$\Delta_{\theta} < \Delta_e + \Delta_{II} \text{ (provereno u prethodnoj tački zadatka),}$$

što znači da će se, tokom vremena, usled habanja noža, mera koja će se ostvarivati na radnom komadu pomerati od gornje ka gornjoj graničnoj meri (pogledati sliku 2).



Slika 2: greške obrade kod spoljašnjeg uzdužnog struganja.

Uslov za maksimalni broj komada (N_{max}) iznosi:

$$\Delta_e + \Delta_{II} + \Delta_{h_{MAX}} - \Delta_{\theta} = T = 36.06 - 35.99 \Rightarrow$$

$$0.02 + 0.047 + \Delta_{h_{MAX}} - 0.020 = 0.07.$$

Tako dobijamo grešku habanja koja odgovara maksimalnom broju izradaka:

$$\Delta_{h_{MAX}} = 0.023 \text{ mm},$$

što znači da odgovarajući parametar habanja ima vrednost:

$$B_{r_{MAX}} = \frac{\Delta_{h_{MAX}}}{2} = \frac{0.023}{2} = 0.0115 \text{ mm}.$$

Zatim određujemo vreme rezanja do prvog periodičnog regulisanja alata, koje odgovara maksimalnom broju komada:

$$t_{\max} = \left(\frac{B_{r_{\max}}}{10^{-5}} \right)^{\frac{1}{n}} = \left(\frac{0.0115}{10^{-5}} \right)^{\frac{1}{1.46}} = 124.844 \text{ min.}$$

što odgovara napomeni iz teksta zadatka da se radi o veoma postojanom alatu.

Najzad, dobijamo **maksimalni broj komada**, iz jednačine:

$$N_{\max} = \frac{t_{\max} \cdot v \cdot s}{D_{\max} \cdot \pi \cdot l} = \frac{124.844 \cdot 60000 \cdot 0.25}{40 \cdot \pi \cdot 120} = 124.185 \text{ komada.}$$

Maksimalni broj komada uvek zaokružujemo na prvi manji ceo broj, pa napokon dobijamo:

$$N_{\max} = 124 \text{ komada.}$$

2. ZADATAK

a) Na osnovu podataka koje „poplava” nije uništila:

- $\alpha = 4\% = 0.04$,
- $\beta = 7\% = 0.07$,
- $p_1 = 3\% = 0.03$, i

a prema UKP M2, tab.II, str.238, dobijamo:

- $k_{\alpha} = \Phi^{-1}(0.5 - \alpha) = 1.75$,
- $k_{\beta} = \Phi^{-1}(0.5 - \beta) = 1.47667$ (interpolacijom), i
- $k_{p_1} = \Phi^{-1}(0.5 - p_1) = 1.88$.

Jedna od prve dve definicione jednačine plana prijema:

$$s \leq 29.34750 - 0.58695 \cdot \bar{x},$$

je takođe „preživela” poplavu, pa na osnovu njenog oblika zaključujemo:

$$s \leq 29.34750 - 0.58695 \cdot \bar{x}$$

$$\Downarrow \quad \Downarrow$$

$$s \leq \frac{x_g}{k} - \frac{\bar{x}}{k} \Rightarrow k = \frac{1}{0.58695} = 1.7037.$$

Sa druge strane, konstantu prijema možemo izračunati uz pomoć obrasca:

$$k = \frac{k_{\alpha} \cdot k_{p_2} + k_{\beta} \cdot k_{p_1}}{k_{\alpha} + k_{\beta}} = \frac{1.75 \cdot k_{p_2} + 1.47667 \cdot 1.88}{1.75 + 1.47667} = 1.7037,$$

odakle dobijamo traženu vrednost **odbijajućeg nivoa kvaliteta**:

$$k_{p_2} = \frac{1.7037 \cdot (1.75 + 1.47667) - 1.47667 \cdot 1.88}{1.75} = 1.555$$

$$k_{p_2} = 1.555 \Rightarrow p_2 = 0.5 - \Phi(1.555) = 0.5 - 0.44 = 0.06 \Rightarrow k_{p_2} = 6\%.$$

b) Potrebnu **veličinu uzorka** nalazimo prema obrascu:

$$n = \left(\frac{k_{\alpha} + k_{\beta}}{k_{p_1} - k_{p_2}} \right)^2 \cdot \left(1 + \frac{k^2}{2} \right) = \left(\frac{1.75 + 1.47667}{1.88 - 1.555} \right)^2 \cdot \left(1 + \frac{1.7037^2}{2} \right) = 241.623 \Rightarrow n = 242,$$

koju smo, da bi bili na „strani sigurnosti”, zaokružili na prvi veći ceo broj.

c) Prva i druga definiciona jednačina plana prijema glase:

$$s \leq \frac{x_g}{k} - \frac{\bar{x}}{k} \Rightarrow s \leq 29.34750 - 0.58695 \cdot \bar{x} \quad (1)$$

$$s \leq \frac{\bar{x}}{k} - \frac{x_d}{k} \Rightarrow s \leq 0.58695 \cdot \bar{x} - \frac{49.9}{1.7037} \Rightarrow s \leq 0.58695 \cdot \bar{x} - 29.28919 \quad (2)$$

pa iz tog sistema (ne)jednačina možemo dobiti traženu veličinu s_{\max} :

$$s_{\max} = 29.34750 - 0.58695 \cdot \bar{x} \quad (1')$$

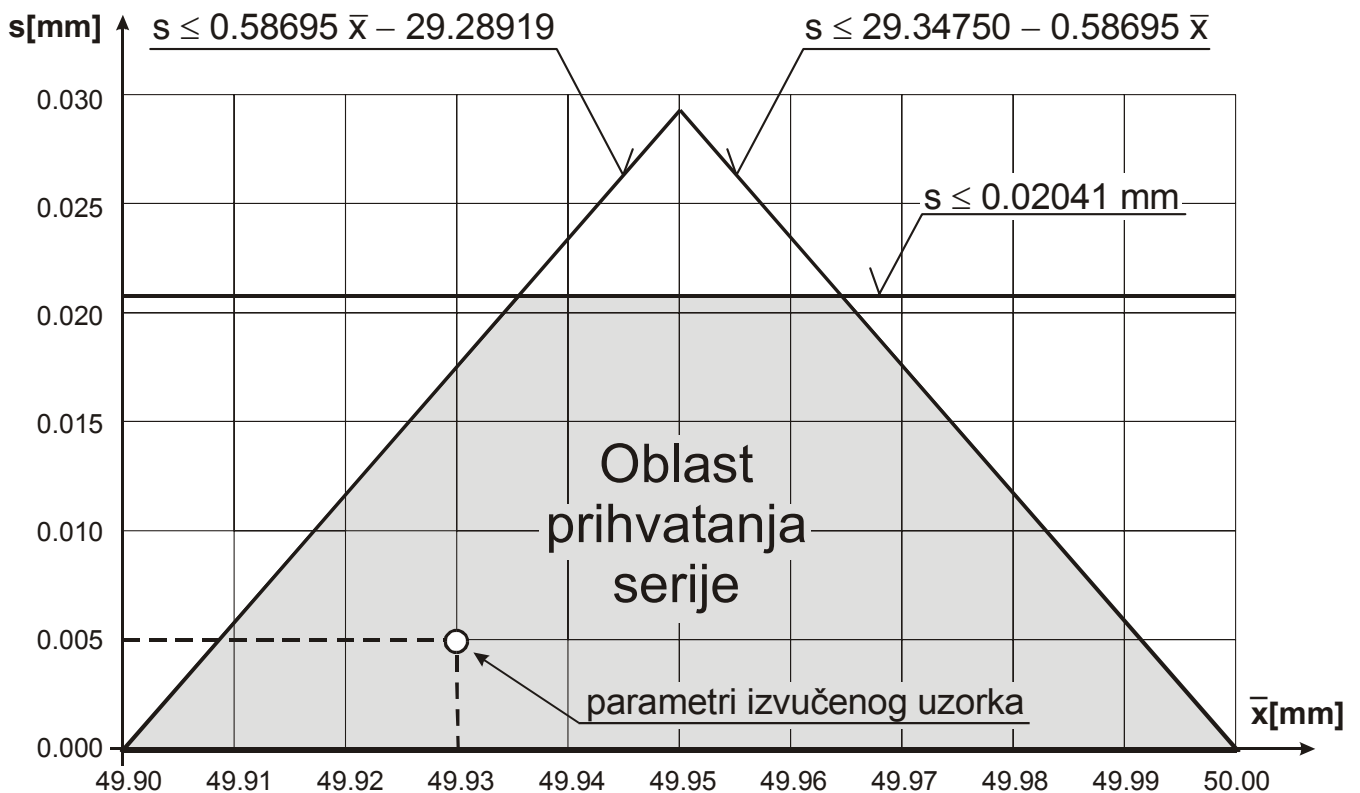
$$s_{\max} = 0.58695 \cdot \bar{x} - 29.28919 \quad (2')$$

$$(1'), (2') \Rightarrow s_{\max} = 0.029155.$$

Dakle, prema napomeni iz teksta zadatka, treća definiciona (ne)jednačina plana prijema glasi:

$$s \leq 0.7 \cdot s_{\max} \Rightarrow s \leq 0.02041 \text{ mm.}$$

Sada imamo sve potrebne elemente za konstrukciju grafika oblasti prihvatanja serije (slika 1).



Slika 1: Oblast prihvatanja serije.

Sa dijagrama se vidi da se na osnovu parametara izvučenog uzorka **serija može prihvatiti**.