

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

FEBRUAR 2006. god.
I grupa

PISMENI ISPIT

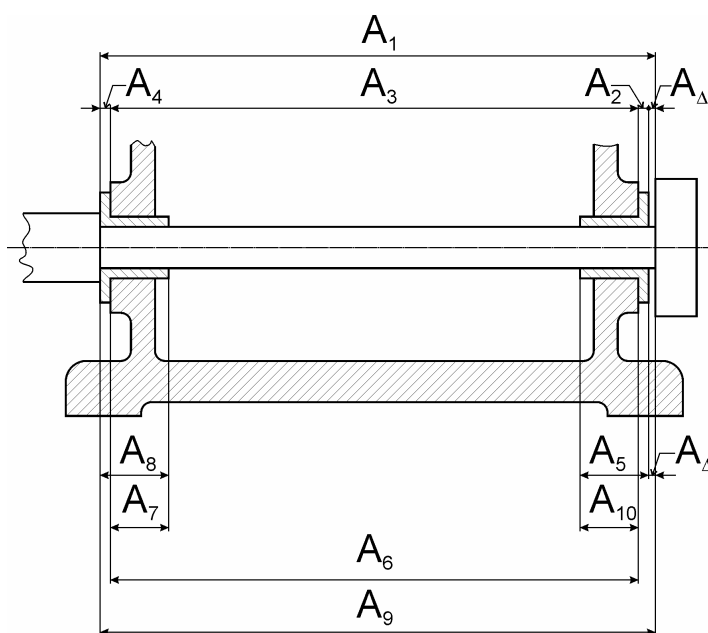
- Na CNC strugu se izrađuje karakteristika kvaliteta $X = \varnothing 47 \pm 0.12$ mm, alatom čija je postojanost 28 min. Potrebno je, pri prvom periodičnom regulisanju alata:
 - Ispitati mogućnost regulisanja alata metodom probnih komada, za $n_{PK} = 9$; i
 - Ako je regulisanje moguće, izračunati granice aritmetičke sredine probne grupe, pod uslovom da je regulisanje pravilno izvedeno.

Poznati su sledeći podaci:

- Merenje je izvršeno mikrometrom, klase tačnosti 1;
 - Greška postavljanja alata iznosi 0.012 mm;
 - Greška usled elastičnosti noža iznosi 0.036 mm;
 - Greška usled toplotnih dilatacija noža iznosi 0.022 mm;
 - Zakon promene parametra habanja u vremenu glasi: $B_r = 0.637 \cdot t^{1.18}$ [μm];
 - Osnovni skup se pokorava zakonu normalne raspodele, sa standardnim odstupanjem $\sigma = 0.015$ mm.
- Za postojanost jedne serije strugarskih noževa utvrđeno je da se distribuira po zakonu normalne raspodele, sa standardnom devijacijom od 4.3 min. Kolika mora biti srednja postojanost alata iz te serije, da bi proizvođač mogao da garantuje da ona nije manja od 37 min sa pouzdanošću od 97%.
 - Na slici 1 prikazan je sklop, čiji su svi delovi obrađeni tako da im sve površine imaju isti kvalitet obrade. Konstruktori su predložili dve varijante montažnih mernih lanaca, a tehnolozi su dobili zadatak da proračunaju koja je od njih povoljnija sa stanovišta tehnološki izrade. Poznato je da je širina tolerancijskog polja funkcionalne karakteristike (zazora) A_{Δ} jednaka 0.5 mm, a ostale dimenzije na slici imaju sledeće nominalne vrednosti:

- $A_1 = 162$ mm,
- $A_2 = 3$ mm,
- $A_3 = 154$ mm,
- $A_4 = 3$ mm,
- $A_5 = 20$ mm,
- $A_6 = 154$ mm,
- $A_7 = 17$ mm,
- $A_8 = 20$ mm,
- $A_9 = 162$ mm,
- $A_{10} = 17$ mm.

Do kojeg su zaključka došli tehnolozi, ukoliko su ispravno obavili postavljeni zadatak?



Slika 1.

Rešenja zadataka:**1. ZADATAK****a) Ispitivanje mogućnosti regulisanja alata metodom probnih komada**

Dopuštena tolerancija regulisanja alata se dobija prema obrascu:

$$Tr_{dop} = T - (a + b) - 6\sigma \left(1 + \frac{1}{\sqrt{n_{PK}}} \right) = 240 - (14 + 65) - 6 \cdot 15 \cdot \left(1 + \frac{1}{\sqrt{9}} \right) \Rightarrow$$

$$Tr_{dop} = 41 \mu\text{m},$$

u kome figurišu sledeće veličine:

- $T = 0.12 + 0.12 = 0.24 \text{ mm} = 240 \mu\text{m}$;
- $a = \Delta_e - \Delta_\theta = 0.036 - 0.022 = 0.014 \text{ mm} = 14 \mu\text{m}$;
- $b = \Delta_h = 2 \cdot 0.637 \cdot t^{1.18} = 2 \cdot 0.637 \cdot 28^{1.18} = 64.985 \approx 65 \mu\text{m}$;
- $\sigma = 15 \mu\text{m}$ (zadato);
- $n_{PK} = 9$ (zadato).

Računska vrednost tolerancije (greške) regulisanja se određuje prema obrascu:

$$Tr_{rač.} = \sqrt{\Delta_p^2 + \Delta_m^2} = \sqrt{12^2 + 16^2} = 20 \mu\text{m},$$

u kome figurišu sledeće veličine:

- $\Delta_p = 12 \mu\text{m}$ (zadato);
- $\Delta_m = 16 \mu\text{m}$ (UKP M1, tab.6.4, str.168).

Vidimo da je matematički uslov regulisanja alata metodom probnih komada ispunjen, jer je računaska vrednost tolerancije regulisanja manja od dopuštene:

$$Tr_{rač.} = 20 \mu\text{m} < 41 \mu\text{m} = Tr_{dop.}$$

b) Određivanje raspona u kome se sme kretati aritmetička sredina probne grupe za slučaj pravilno izvedenog regulisanja se vrši preko sledećih obrazaca:

$$\bar{x}_{\min} = A_d + a + 3\sigma \cdot \left(1 + \frac{1}{\sqrt{n_{PK}}} \right) = 47 - 0.12 + 0.014 + 3 \cdot 0.015 \cdot \left(1 + \frac{1}{\sqrt{9}} \right) = 46.954 \text{ mm},$$

$$\bar{x}_{\max} = A_g - b - 3\sigma \cdot \left(1 + \frac{1}{\sqrt{n_{PK}}} \right) = 47 + 0.12 - 0.065 - 3 \cdot 0.015 \cdot \left(1 + \frac{1}{\sqrt{9}} \right) = 46.995 \text{ mm},$$

Dakle, aritmetička sredina probne grupe za slučaj pravilnog regulisanja se sme kretati u intervalu:

$$46.954 \text{ mm} < \bar{x} < 46.995 \text{ mm}.$$

2. ZADATAK

Verovatnoća da će postojanost alata nije manja od 37 min iznosi:

$$P(x \geq 37 \text{ min}) = 1 - F(t_{37}) = 0.97 \Rightarrow F(t_{37}) = 0.03 \quad (1)$$

Formulu (1) možemo drugačije napisati u obliku:

$$F(t_{37}) = 0.5 + \Phi(t_{37}) = 0.03 \Rightarrow \Phi(t_{37}) = -0.47,$$

odakle, na osnovu UKP M1, tab.1, dobijamo:

$$t_{37} = -1.88.$$

Parametar t se, za normalnu raspodelu, može dobiti i pomoću formule:

$$t_{37} = \frac{x - \bar{x}}{\sigma} = \frac{37 - \bar{x}}{4.3} \quad (2)$$

Unošenjem jednačine (1) u (2) dobijamo:

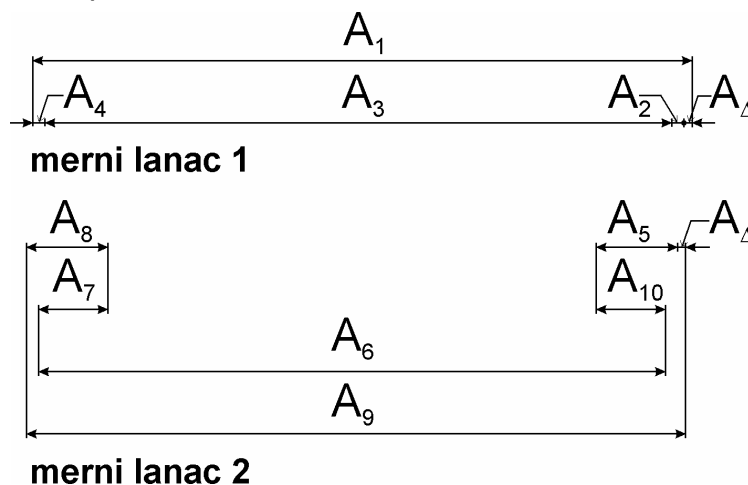
$$\frac{37 - \bar{x}}{4.3} = 1.88 \Rightarrow \bar{x} = 37 + 4.3 \cdot 1.88,$$

na osnovu čega sledi tražena srednja vrednost postojanosti alata:

$$\bar{x} = 45.084 \text{ min.}$$

3. ZADATAK

Alternativni merni lanci prikazani su slikom 2.



Slika 2: Alternativni merni lanci.

Pošto je u tekstu zadatka rečeno da sve površine imaju isti kvalitet obrade, jasno je da se ovde radi o primeni postupka jednakosti stepena tačnosti. To podrazumeva da se za svaki od mernih lanaca izračuna sredni broj jedinica tolerancije, prema jednačini:

$$\alpha_s = \frac{\delta_{\Delta}}{\sum_{i=1}^{m-1} (0.45\sqrt[3]{A_{si}} + 0.001 \cdot A_{si})}$$

Za prvi merni lanac dobijamo:

$$\alpha_{s_1} = \frac{500}{2.5 + 0.75 + 2.5 + 0.75} = 76.92, \quad (1)$$

a za drugi:

$$\alpha_{s_2} = \frac{500}{1.3 + 2.5 + 1.1 + 1.3 + 2.5 + 1.1} = 51.02. \quad (2)$$

Veličina u brojiocima izraza (1) i (2) predstavlja zadatau toleranciju zazora u mikrometrima, a sabirke u imeniocima dobijamo na osnovu nazivnih mera sastavnih članova, prema OTML, slika 22, str. 47, uz korišćenje sledeće pomoćne tablice:

Tabela 1.

sastavni član	nazivna mera [mm]	grupa nominalnih mera	broj jedinica tolerancije [μm]
A_1	162	(120÷180]	2.5
A_2	3	(3÷6]	0.75
A_3	154	(120÷180]	2.5
A_4	3	(3÷6]	0.75
A_5	20	(18÷30]	1.3
A_6	154	(120÷180]	2.5
A_7	17	(10÷18]	1.1
A_8	20	(18÷30]	1.3
A_9	162	(120÷180]	2.5
A_{10}	17	(10÷18]	1.1

Dobijeni rezultati pokazuju da mernom lancu 1 odgovara kvalitet obrade N10, a mernom lancu 2 kvalitet obrade N9, što znači da je sa stanovišta tehnologije izrade sklopa prihvatljivije prvo rešenje, pa će ono i biti izabrano.