

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

SEPTEMBAR 2003. god.

I grupa

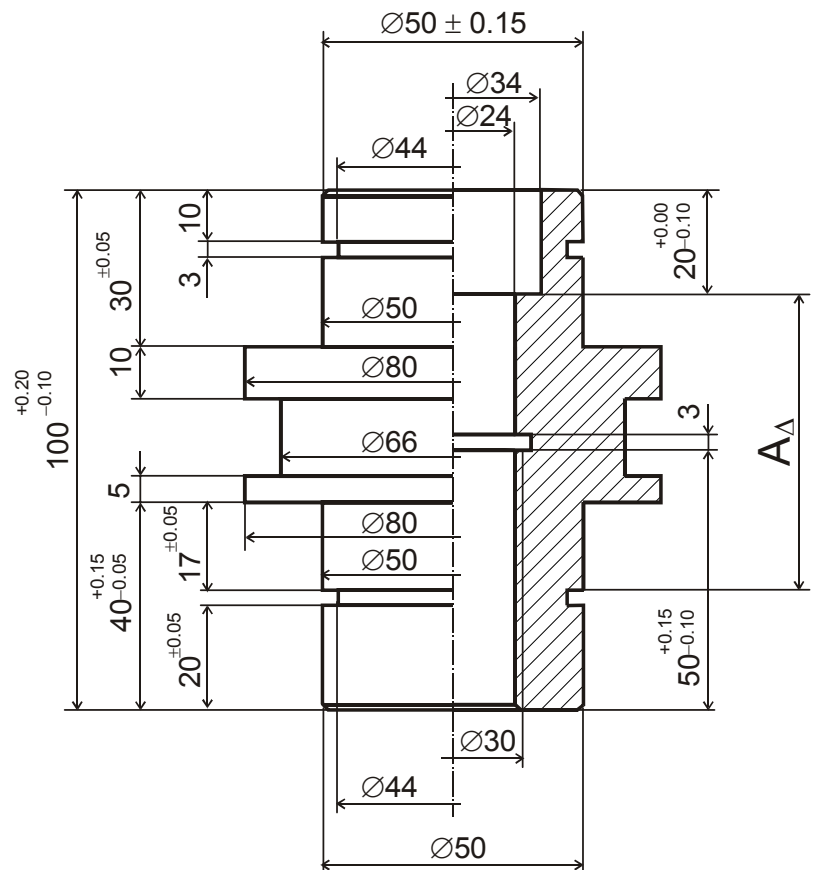
PISMENI ISPIT

- Funkcionalna karakteristika A_{Δ} , na delu prikazanom slikom 1, raspoređuje se po Simpsonovom rasporedu i ima propisanu širinu tolerancijskog polja $\delta_{\Delta} = 0.32$ mm.
 - Odrediti nominalnu vrednost mere A_{Δ} ;
 - Ako se zna da je merni lanac projektovan metodom nepotpune zamenljivosti i da se svi sastavni članovi mernog lanca raspoređuju po istom, simetričnom zakonu rasporeda, odrediti koji je to zakon.
- Na CNC strugu se izrađuje karakteristika kvaliteta $x = \varnothing 50 \pm 0.15$ mm, dela prikazanog na slici 1, alatom čija je postojanost 30 min. Potrebno je, pri prvom periodičnom regulisanju alata:
 - Ispitati mogućnost regulisanja alata metodom probnih komada, ako je $n_{PK} = 7$; 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 kljunastim pomičnim merilom sa nonijusom, preciznosti 0.02 mm;
- Greška postavljanja alata iznosi 0.025 mm;
- Greška usled nedovoljne krutosti elemenata obradnog sistema iznosi 0.035 mm;
- Greška usled toplotnih dilatacija iznosi 0.015 mm;
- Zakon promene parametra habanja u vremenu glasi: $B_r = 0.6 \cdot t^{1.15}$ [μm];
- Osnovni skup se pokorava zakonu normalne raspodele, sa disperzijom $(0.015)^2$ mm.

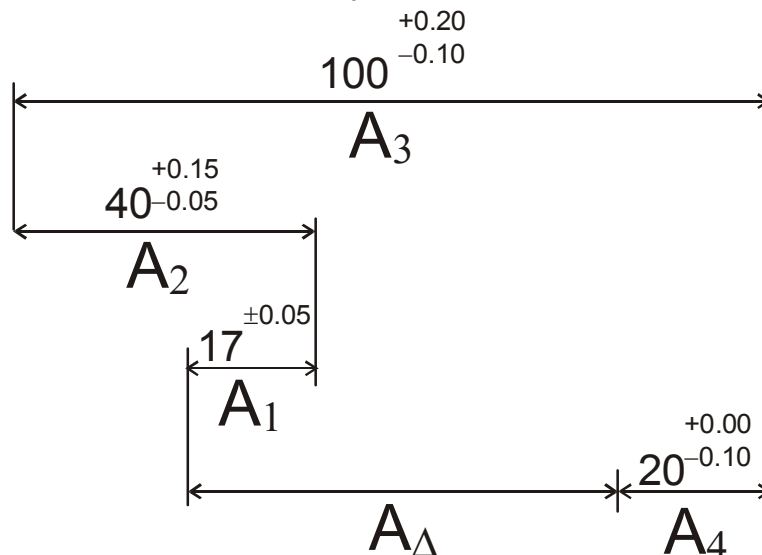
- Utvrđena je verovatnoća od 1.05 % da će u nekom procesu doći do pojave neusaglašenosti. Ako bi se proces kontrolisao p-kartama, kolike bi bile vrednosti gornje i donje kontrolne granice za dan u kome bi bila vršena inspekcija uzorka veličine 1200 komada?



Slika 1: Čaura.

PRVA GRUPA - REŠENJA**1. ZADATAK****a) Određivanje nominalne vrednosti završnog člana mernog lanca**

Merni lanac koji se završava merom A_{Δ} prikazan je slikom 2:



Slika 2: Merni lanac.

Nominalna mera završnog člana dobija se prema obrascu:

$$A_{\Delta} = A_1 - A_2 + A_3 - A_4 = 17 - 40 + 100 - 20 = 57 \text{ mm},$$

jer se sa slike 1 vidi da su A_1 i A_3 uvećavajući, a A_2 i A_4 umanjujući članovi mernog lanca.

b) Utvrđivanje zakona raspodele širina tolerancijskih polja sastavnih članova mernog lanca

Tolerancija završnog člana mernog lanca po metodi nepotpune zamenljivosti dobija se prema obrascu:

$$\delta_{\Delta} = \frac{1}{k_{\Delta}} \sqrt{\sum_{i=1}^{m-1} k_i^2 \cdot \delta_i^2}, \quad (1)$$

gde su:

- k_{Δ} ≡ koef. relativnog rasturanja za završni član, koji iznosi $k_{\Delta} = 1.22$ za Simpsonov raspored,
- k_i ≡ koef. relativnog rasturanja za sastavne članove, ($k_1 = k_2 = k_3 = k_4$, prema uslovu zadatka),
- δ_i ≡ tolerancije sastavnih članova,
- $m = 5$ ≡ ukupan broj članova mernog lanca,
- $i = 1, 2, 3, 4$.

Treba primetiti da je u tekstu zadatka naglašeno da se radi o simetričnom rasporedu vrednosti tolerancija sastavnih članova (koeficijent asimetrije $\alpha = 0$), iz čega zaključujemo da se one mogu raspoređivati po Gausovom, Simpsonovom ili uniformnom rasporedu (videti TML, str. 73, tab. 3).

Sređivanjem izraza (1) dobijamo:

$$k_i = \frac{\delta_{\Delta} \cdot k_{\Delta}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m-1} \delta_i^2}} = \frac{0.32 \cdot 1.22}{\sqrt{0.1^2 + 0.2^2 + 0.3^2 + 0.1^2}} = 1.008.$$

Vidimo da je koeficijent relativnog rasturanja sastavnih članova približno jednak jedinici, na osnovu čega zaključujemo da se njihove vrednosti širine tolerancijskog polja raspoređuju prema zakonu normalne raspodele (TML, str. 73, tab. 3).

2. ZADATAK

a) Ispitivanje mogućnosti regulisanja alata metodom probnih komada

Dopuštena tolerancija regulisanja alata (slika 3) se dobija prema obrascu:

$$Tr_{dop} = T - (a + b) - 6\sigma \left(1 + \frac{1}{\sqrt{n_{PK}}} \right) = 300 - (20 + 60) - 6 \cdot 15 \cdot \left(1 + \frac{1}{\sqrt{7}} \right)$$

$$Tr_{dop} = 95.98 \approx 96 \text{ } \mu\text{m}$$

u kome figurišu sledeće veličine:

- $T = 0.15 + 0.15 = 0.3 \text{ mm} = 300 \text{ } \mu\text{m}$;
- $a = \Delta_e - \Delta_\theta = 0.035 - 0.015 = 0.02 \text{ mm} = 20 \text{ } \mu\text{m}$;
- $b = \Delta_h = 2 \cdot 0.6 \cdot t^{1.15} = 1.2 \cdot 30^{1.15} = 59.96 \approx 60 \text{ } \mu\text{m}$;
- $\sigma^2 = (0.015)^2 \text{ mm} \Rightarrow \sigma = 0.015 \text{ mm} = 15 \text{ } \mu\text{m}$ (zadato);
- $n_{PK} = 7$ (zadato).

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

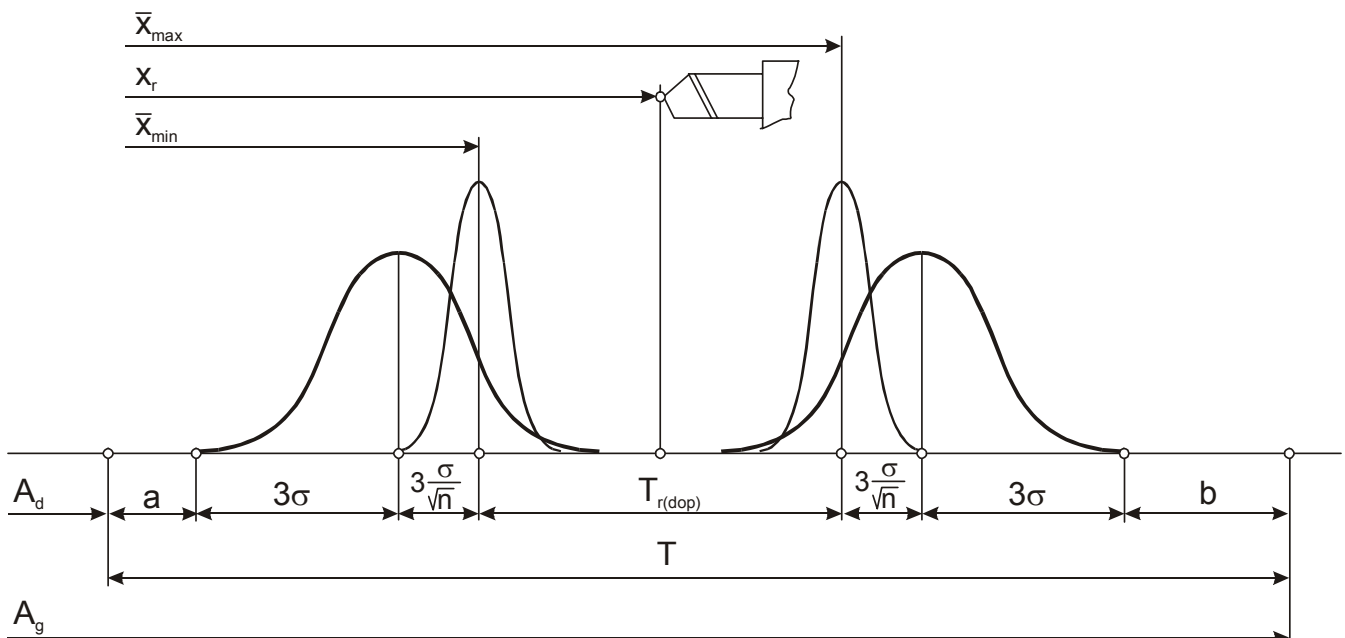
$$Tr_{rac} = \sqrt{\Delta_p^2 + \Delta_m^2} = \sqrt{25^2 + 90^2} = 93.4 \text{ } \mu\text{m}$$

u kome figurišu sledeće veličine:

- $\Delta_p = 25 \text{ } \mu\text{m}$ (zadato);
- $\Delta_m = 90 \text{ } \mu\text{m}$ (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:

$$Tr_{rac} = 93.4 \text{ } \mu\text{m} < 96 \text{ } \mu\text{m} = Tr_{dop}$$



Slika 3: Grafički prikaz matematičkog uslova pravilnog regulisanja alata metodom probnih komada.

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

$$\bar{x}_{\min} = A_d + a + 3\sigma \cdot \left(1 + \frac{1}{\sqrt{n_{PK}}}\right) = 50 - 0.15 + 0.03 + 3 \cdot 0.015 \cdot \left(1 + \frac{1}{\sqrt{7}}\right) = 49.932 \text{ mm}$$

$$\bar{x}_{\max} = A_g - b - 3\sigma \cdot \left(1 + \frac{1}{\sqrt{n_{PK}}}\right) = 50 + 0.15 - 0.06 - 3 \cdot 0.015 \cdot \left(1 + \frac{1}{\sqrt{7}}\right) = 50.027 \text{ mm}$$

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

$$49.942 \text{ mm} < \bar{x} < 50.027 \text{ mm} .$$

3. ZADATAK

Verovatnoća da dođe da pojave neusaglašenosti na nivou čitavog procesa (prosečna verovatnoća) predstavlja centralnu liniju (CL_p) kontrolne p-karte i, prema tekstu zadatka, ima vrednost:

$$CL_p : \bar{p} = 1.05 \% .$$

Odstupanja gornje (GKG_p) i donje (DKG_p) kontrolne granice od centralne linije dobija se prema obrascu:

$$\Delta\bar{p} = 3 \cdot \sqrt{\frac{\bar{p}}{n} \cdot (100 - \bar{p})} = 3 \cdot \sqrt{\frac{1.05}{1200} \cdot (100 - 1.05)} = 0.88 \% ,$$

gde je $n = 1200$ veličina serije u posmatranom danu.

Na osnovu prethodnog, dobijamo tražene vrednosti gornje i donje kontrolne granice, prema:

$$GKG_p = \bar{p} + \Delta\bar{p} = 1.05 + 0.88 = 1.93 \% ,$$

$$DKG_p = \bar{p} - \Delta\bar{p} = 1.05 - 0.88 = 0.17 \% .$$