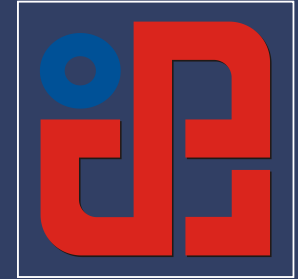




FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA
DEPARTMAN ZA PROIZVODNO MAŠINSTVO

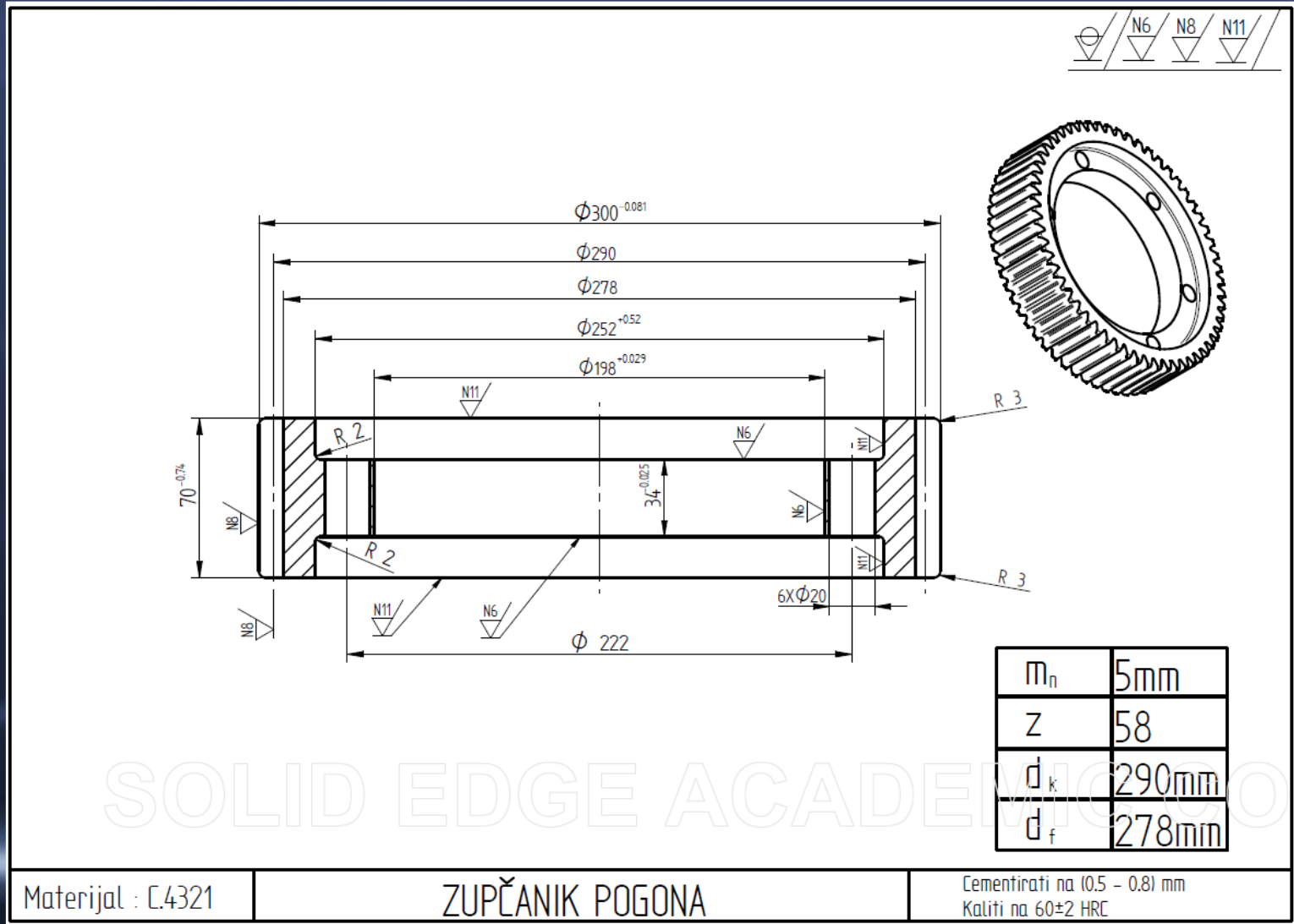


PROJEKTOVANJE TEHNOLOŠKIH PROCESA

VEŽBA 6: Određivanje dodatka za obradu otkovka u kalupu

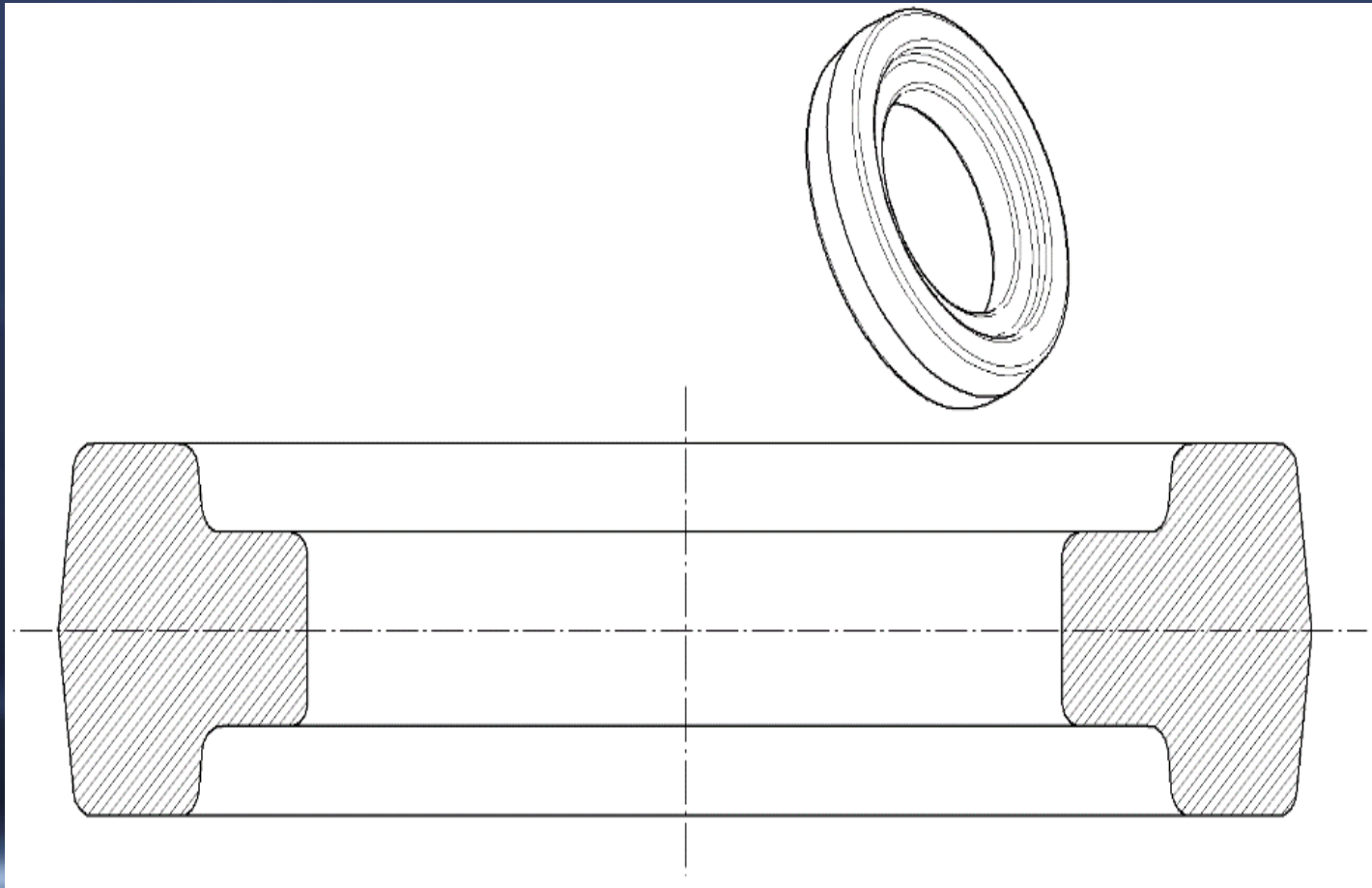
Zadatak

Za zupčanik pogona koji se proizvodi u serijskoj proizvodnji izaberi vrstu priprema i odredi dodatke za obradu računsko-analičkom metodom, a potom izvrši preciziranje zahvata obrade.



Izbor vrste pripremk

Na osnovu zahteva definisanih crtežom, zadatog tipa proizvodnje kao i odgovarajućih preporuka izabrana vrsta pripremk je otkovak dobijen kovanjem u kalupu.



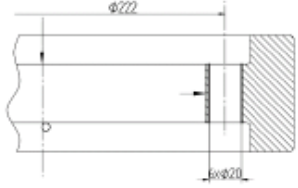
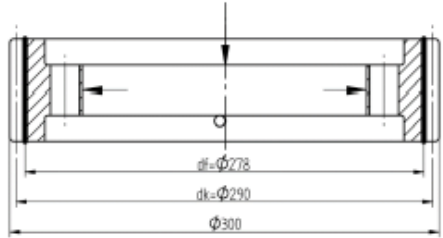
Idejni tehnološki proces obrade

Broj oper.	Naziv operacije	Skica i opis operacije	>Mašina/Radno mesto >Pribor >Alat >Merilo	Broj oper.	Naziv operacije	Skica i opis operacije	>Mašina/Radno mesto >Pribor >Alat >Merilo
10	Struganje		<ul style="list-style-type: none"> -Strug sa NC upravljanjem -Samocentrirajući stezač (3 čeljusti) -Nož za grubo poprečno struganje -Nož za završno poprečno struganje -Nož za unutrašnje grubo uzdužno struganje -Nož za unutrašnje završno uzdužno struganje -Pomično merilo 150mm -Pomično merilo 300mm 	10	Struganje		<ul style="list-style-type: none"> -Strug sa NC upravljanjem -Samocentrirajući stezač (3 čeljusti) -Nož za spoljašnje grubo uzdužno struganje -Nož za spoljašnje završno uzdužno struganje -Nož za grubo poprečno struganje -Nož za završno poprečno struganje -Nož za unutrašnje grubo uzdužno struganje -Nož za unutrašnje završno uzdužno struganje -Pomično merilo 150mm -Pomično merilo 500mm
		<ul style="list-style-type: none"> -Strugati grubo čeonu površinu na $70,74^{-0,74}$ -Strugati grubo venac na $O252^{+0,52}$ -Strugati grubo unutrašnju čeonu površinu na $36^{+0,62}$ -Strugati završno unutrašnju čeonu površinu na $35,7^{+0,1}$ -Strugati grubo otvor na $O196,6^{-0,72}$ -Strugati poluzavršno otvor na $O197,4^{-0,115}$ -Strugati završno otvor na $O197,7^{-0,072}$ 			<ul style="list-style-type: none"> -Strugati grubo čeonu površinu na $70^{-0,74}$ -Strugati grubo spoljašnji prečnik na $O300,6^{+0,52}$ -Strugati završno spoljašnji prečnik na $O300^{-0,081}$ i radijuse R3 -Strugati grubo venac na $O252^{+0,52}$ -Strugati grubo unutrašnju čeonu površinu na $34,8^{+0,62}$ -Strugati završno unutrašnju čeonu površinu na $34,5^{+0,1}$ 		

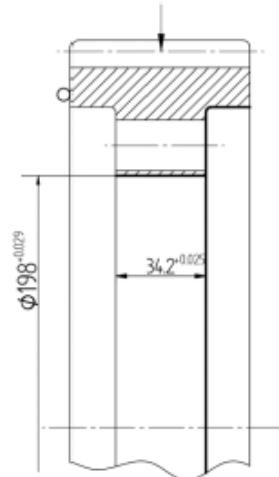
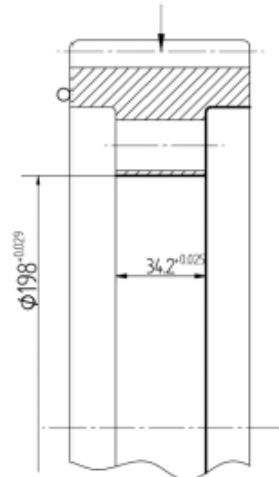
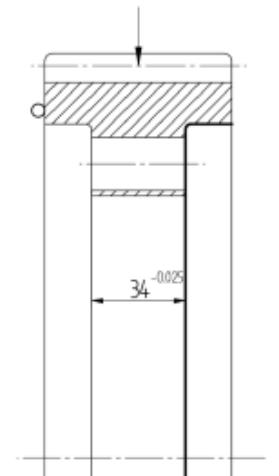
Napomena: Mere koje su podvučene su definisane nakon određivanja dodatka za obradu

Napomena: Mere koje su podvučene su definisane nakon određivanja dodatka za obradu

Idejni tehnološki proces obrade

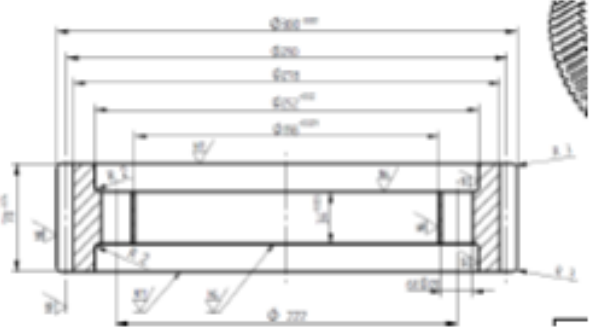
Broj oper.	Naziv operacije	Skica i opis operacije	>Mašina/Radno mesto >Pribor >Alat >Merilo
30	Kontrola	-Kontrolisati spoljašnji prečnik $\phi 300^{+0,081}$ unutrašnju meru $\phi 252^{+0,52}$ debljinu venca $34,5^{+0,1}$ debljinu zupčanika $70^{-0,74}$ i prečnik otvora $\phi 197,7^{-0,072}$	-Kontrolni sto -Pomično merilo 500mm -Mikrometar 25-50mm -Mikrometar 50-75mm -Mikrometar za unutr. mere 175-200mm
40	Bušenje	 -Bušiti šest otvora $\phi 20$ na prečniku $\phi 222$	-Bušilica sa viševretenom glavom -Trn -Standardne burgije 6 komada $\phi 20$ -Pomično merilo 150mm -Pomično merilo 300mm
50	Glodanje ozubljenja	 - Glodati ozubljenje $z=58, m_n=5$	-Odvalna (pfauter) glodalica -Trn sa navrtkom -Odvalno modulno glodalo (sa više početaka) -Mikrometar za ozubljenje
60	Kontrola	-Kontrolisati ozubljenje	-Kontrolni sto -Uređaj za kontrolu ozubljenja
70	Termička obrada	-Cemetirati na dubinu $0,8-1\text{mm}$ -Kaliti na tvrdoću 60 ± 2 HRC	-Peć za cementaciju -Peć za kaljenje
80	Kontrola termičke obrade	-Kontrolisati dubinu cementacije na epruveti -Kontrolisati tvrdoću po metodi Rokvela skala C (HRC)	-Uređaj za merenje dubine cementacije -Uređaj za merenje tvrdoće HRC

Napomena: Mere koje su podvučene su definisane nakon određivanja dodatka za obradu

Broj oper.	Naziv operacije	Skica i opis operacije	>Mašina/Radno mesto >Pribor >Alat >Merilo
90	Brušenje		-Brusilica sa NC upravljanjem za okruglo brušenje -Pribor sa valjčićima -Tocilo za čeono brušenje -Tocilo za otvor -Mikrometar za unutr. merenje 175-200mm -Mikrometar 25-50mm
90/1	Brušenje prve strane		-Brisiti otvor na $\phi 198^{+0,029}$ -Brisiti čeonu površinu na $34,2^{+0,025}$
90/2	Brušenje druge strane		-Brisiti čeonu površinu na $34^{-0,025}$

Napomena: Mere koje su podvučene su definisane nakon određivanja dodatka za obradu

Idejni tehnološki proces obrade

Broj oper.	Naziv operacije	Skica i opis operacije	>Mašina/Radno mesto >Pribor >Alat >Merilo
100	Čišćenje	-Oprati i očistiti zupčanik	-Mašina za pranje -Kada za čišćenje
110	Završna kontrola	 <p>-Kontrolisati deo prema crtežu</p>	-Uređaj za kontrolu ozubljenja -Čep za otvor $\text{O}198^{+0,029}$ -Čep za meru $\text{O}252^{+0,52}$ -Račva za $\text{O}300^{-0,081}$ -Račva za meru $70^{-0,74}$ -Račva za meru $34^{-0,025}$
120	Pakovanje	-Pakovati deo prema uputstvu	-Radni sto

Određivanje dodataka za obradu

Ukupan dodatak za obradu neke površine jednak je zbiru dodataka za pojedine zahvate obrade:

$$\delta_{\min} = \sum_1^k \delta_{zi_{\min}}$$

a) Minimalni dodatak za obradu jednostranih površina

$$\delta_{1_{\min}} = R_p + C_p + \rho_p + \varepsilon_1$$

Prvi zahvat obrade

$$\delta_{zi_{\min}} = R_{i-1} + C_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i$$

Svi ostali zahvati obrade

b) Minimalni dodatak za obradu simetričnih površina

$$\delta_{1_{\min}} = 2 \cdot (R_p + C_p + \rho_p + \varepsilon_1)$$

Prvi zahvat obrade

$$\delta_{zi_{\min}} = 2(R_{i-1} + C_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i)$$

Svi ostali zahvati obrade

R_{i-1} - maksimalna hrapavost obrađene površine nastala u prethodnom zahvatu (R_p - nastala pri izradi priprema)

C_{i-1} - deformacioni sloj koji je nastao u prethodnom zahvatu (C_p - nastao pri izradi priprema)

ρ_{i-1} - geometrijska greška oblika i odnosa površina nastala u prethodnom zahvatu (ρ_p - nastala pri izradi priprema)

ε_i - greška pozicioniranja i stezanja koja nastaje u datom (i -tom) zahvatu

Određivanje dodataka za obradu

S obzirom na idejno rešenje tehnološkog procesa potrebno je odrediti dodatke za obradu na sledećim merama:

- Spoljašnjem prečniku $\Phi 300,28$**
- Čeonoj meri 70**
- Meri debljine venca 34**
- Prečniku venca $\Phi 252$**
- Prečniku otvora $\Phi 198$**

3. Definisanje dodataka za obradu čeonu površine na meri $34^{+0,025}$ mm

Na osnovu idejnog rešenja na ovom prečniku postoje određeni zahvati grubog i završnog struganja prve i druge strane, kao i brušenje prve i druge strane:

- Dodatak za grubo čeono struganje prve strane δ_{g1min}
- Dodatak za završno čeono struganje prve strane δ_{z1min}
- Dodatak za grubo čeono struganje druge strane δ_{g2min}
- Dodatak za završno čeono struganje druge strane δ_{z2min}
- Dodatak za čeono brušenje prve strane δ_{b1min}
- Dodatak za čeono brušenje druge strane δ_{b2min}

S obzirom da je posmatrani deo-zupčanik simetričnog oblika, preporučljivo je da i otkovak bude simetričan pa će se zbog toga usvojiti jednaki dodaci za grubo struganje, završno struganje i brušenje jedne strane sa istim dodacima druge strane. Pri određivanju ovih dodataka uzeće se veći dodatak za obradu (lošiji uslovi obrade) po jednoj strani.

a) Minimalni dodatak za grubo čeono struganje δ_{g1min} - δ_{g2min}

S obzirom da se radi o prvom zahvatu obrade po jednoj strani, formula za određivanje dodatka za obradu glasi:

$$\delta_{gmin} = (R_p + C_p + \rho_p + \varepsilon_i)$$

$R_p = 0,15$ mm (Tab 6,62, masa otkovka 2,5-25kg / m=17,8kg)

$C_p = 0,25$ mm (Tab 6,62, masa otkovka 2,5-25kg / m=17,8kg)

$\rho_p = \rho_{kp}$ - geometrijska greška oblika i odnosa površina na čeonim površinama za otkovke u obliku diskova i zupčanika

$\rho_p = \rho_{kp} = 0,4$ mm (Tab 6.65, maksimalna mera 252 mm i 1 grupa tačnosti)

$\varepsilon_i = 0,12$ mm (T6.2 / stezanje preko neobrađene površine, aksijalna greška, maksimalni prečnik obrade $\varnothing 252$)

Dodaci za grubo čeono struganje prve i druge strane su jednaki i iznose:

$$\delta_{gmin} = (R_p + C_p + \rho_p + \varepsilon_i) = (0,15 + 0,25 + 0,4 + 0,12) = 0,92 \text{ mm}$$

T=0,62 mm – ekonomična tolerancija zahvata grubog struganja u kvalitetu N11

N11 (mera 34mm) → IT14 (T2.1/33) → T=0,62mm (T2.2/33)

b) *Minimalni dodatak za završno čeono struganje $\delta_{zmin} = \delta_{z2min}$*

Pošto se radi o drugom zahvatu obrade, formula za određivanje dodatka za obradu glasi:

$$\delta_{zmin} = (R_{i-1} + C_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i)$$

$R_{i-1} = 0,1\text{mm}$ (Tab 6,66, posle grubog struganja zupčanika)

$C_{i-1} = 0,1\text{mm}$ (Tab 6,66, posle grubog struganja zupčanika)

$\rho_{i-1} = 0,06 \cdot \rho_p$ - geometrijska greška oblika i odnosa površina čeone površine posle grube obrade

$$\rho_{i-1} = 0,06 \cdot 0,4 = 0,024 \text{ mm}$$

$$\varepsilon_i = k \cdot \varepsilon_{i-1} + \varepsilon_{ind} = 0,06 \cdot 0,12 + 0,05 = 0,057 \text{ mm}$$

Dodatci za fino čeono struganje prve i druge strane su jednaki i iznose:

$$\delta_{zmin} = (R_{i-1} + C_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i) = (0,1 + 0,1 + 0,024 + 0,057) = 0,281 \text{ mm}$$

$T=0,10 \text{ mm}$ – ekonomična tolerancija zahvata završnog struganja u kvalitetu N8

N8 (mera 34mm) \rightarrow IT10 (T2.1/33) \rightarrow T=0,10mm (T2.2/33)

c) *Minimalni dodatak za čeono brušenje δ_{bmin}*

S obzirom da se radi o trećem zahvatu obrade, formula za određivanje dodatka za obradu glasi:

$$\delta_{bmin} = (R_{i-1} + C_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i)$$

$R_{i-1} = 0,025\text{mm}$ – (Tab. 6.66, brušenje posle čistog-završnog struganja)

$C_{i-1} = 0\text{mm}$ ($C_{i-1}=0$, deformacioni sloj posle termičke obrade)

$$\rho_p = \Delta k \cdot D = 0,0008 \cdot 252 = 0,202 \cong 0,2 \text{ mm}$$

Gde su:

Δk – specifično vitoperenje otkovka koje nastaje pri termičkoj obradi

D – spoljni prečnik čeone površine

$$\Delta k = 0,8 \text{ } \mu\text{m/mm} = 0,0008 \text{ mm/mm}$$

$$D = 252 \text{ mm}$$

$\varepsilon_i = 0,05\text{mm}$ (orijentacioni podatak za grešku stezanja i pozicioniranja preko valjčića)

Dodatak za brušenje prve i druge strane su jednaki i iznose:

$$\delta_{bmin} = (R_{i-1} + C_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i) = (0,025 + 0 + 0,2 + 0,05) = 0,275mm$$

Dodatak za grubo brušenje $\delta_{gbmin}=0,22mm$ (80% dodatka za brušenje) a dodatak za završno brušenje iznosi $\delta_{zbmin}=0,055mm$ (20% dodatka za brušenje)

$T=0,025$ mm – ekonomična tolerancija zahvata obrade brušenja prve strane u kvalitetu N6 N6 (mera 34mm) $\rightarrow IT7$ (T2.1/33) $\rightarrow T=0,025mm$ (T2.2/33)

$T=0,025mm$ - Tolerancija zahvata obrade brušenja druge strane (Tolerancija poslednjeg zahvata obrade površine jednaka je toleranciji mere sa crteža)

Ukupni dodatak za obradu na meri $34^{-0,025}$ iznosi:

$$\delta_{min} = 2 \cdot \delta_{gmin} + 2 \cdot \delta_{zmin} + 2 \cdot \delta_{bmin} = 2 \cdot 0,92 + 2 \cdot 0,281 + 2 \cdot 0,275 = 2,952mm$$

-Tolerancija mere otkovka:

$$T_p = N_p + H_k + K_s$$

Gde su:

$$N_p = 1,4 \text{ mm (T6.68, m=17,8kg)}$$

$$H_k = 0,7 \text{ mm (T6.68, m=17,8kg)}$$

$$K_s = \pm \Delta k \cdot L = 2 \cdot \Delta k \cdot L = 2 \cdot 0,001 \cdot 34 = 0,068 \cong 0,1mm$$

$\Delta k = 1\mu m/mm = 0,001mm/mm$ - specifično izduženje ili skupljanje po 1mm mere

$L = 34$ mm – mera otkovka

$$T_p = 1,4 + 0,7 + 0,1 = 2,2mm$$

5. Definisanje dodataka za obradu na prečniku $\varnothing 198^{+0.029} \text{ mm}$

Na osnovu idejnog rešenja na ovom prečniku postoji zahvat grubog struganja, pa imamo sledeći dodatak za obradu:

- Dodatak za grubo unutrašnje struganje δ_{gmin}
- Dodataka za poluzavršno unutrašnje struganje δ_{pmin}
- Dodataka za završno unutrašnje struganje δ_{zmin}
- Dodataka za unutrašnje brušenje δ_{bmin}

a) *Minimalni dodatak za grubo unutrašnje struganje δ_{gmin}*

S obzirom da se radi o simetričnom i prvom zahvatu obrade, formula za određivanje dodatka za obradu glasi:

$$\delta_{gmin} = 2 \cdot (R_p + C_p + \rho_p + \varepsilon_i)$$

$R_p = 0,15 \text{ mm}$ (Tab 6.62, masa otkovka 2,5-25kg / m=17,8kg)

$C_p = 0,25 \text{ mm}$ (Tab 6.62, masa otkovka 2,5-25kg / m=17,8kg)

$\rho_p = \sqrt{\rho_{pp}^2 + \rho_{ex}^2}$ – geometrijska greška oblika i odnosa površina na radijalnim merama za otkovke u obliku diskova sa otvorom

$\rho_{pp} = 0,9 \text{ mm}$ (Tab 6.64, kovanje načekićima sa I grupom tačnosti)

$\rho_{ex} = 1,5 \text{ mm}$ (Tab 6.65, max. prečnik otkovka $\varnothing 300$)

$$\rho_p = \sqrt{\rho_{pp}^2 + \rho_{ex}^2} = \sqrt{0,9^2 + 1,5^2} = 1,75 \text{ mm}$$

$\varepsilon_i = 0,4 \text{ mm}$ (T6.2 / stezanje preko neobrađene površine, radijalna greška, maksimalni prečnik obrade $\varnothing 198$)

Dodatak za grubo unutrašnje struganje:

$$\delta_{gmin} = 2 \cdot (R_p + C_p + \rho_p + \varepsilon_i) = 2 \cdot (0,15 + 0,25 + 1,75 + 0,4) = 5,1 \text{ mm}$$

$T=0,72 \text{ mm}$ - ekonomična tolerancija zahvata obrade grubog unutrašnjeg struganja N11 (mera 198mm) \rightarrow IT13 (T2.1/33) $\rightarrow T=0,72 \text{ mm}$ (T2.2/33)

b) *Minimalni dodatak za poluzavršno unutrašnje struganje δ_{pmin}*

S obzirom da se radi o simetričnom zahvatu obrade drugom po redu na površini, formula za određivanje dodatka za obradu glasi:

$$\delta_{pmin} = 2 \cdot (R_{i-1} + C_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i)$$

$R_{i-1} = 0,1 \text{ mm}$ (Tab 6.66, posle grubog struganja zupčanika)

$C_{i-1} = 0,1 \text{ mm}$ (Tab 6.66, posle grubog struganja zupčanika)

$\rho_{i-1} = 0,06 \cdot \rho_i = 0,06 \cdot 1,75 = 0,105 \text{ mm}$ – geometrijska greška oblika i odnosa površina posle grube obrade

$$\varepsilon_i = k \cdot \varepsilon_{i-1} + \varepsilon_{ind} = 0,06 \cdot 0,4 + 0,05 = 0,074 \text{ mm}$$

Dodatak za poluzavršno unutrašnje struganje:

$$\delta_{pmin} = 2 \cdot (R_{i-1} + C_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i) = 2 \cdot (0,1 + 0,1 + 0,105 + 0,074) = 0,758 \text{ mm}$$

$T=0,115 \text{ mm}$ – ekonomična tolerancija zahvata obrade poluzavršnog unutrašnjeg struganja N8 (mera 198mm) \rightarrow IT9 (T2.1/33) $\rightarrow T=0,115 \text{ mm}$ (T2.2/33)

c) **Minimalni dodatak za završno unutrašnje struganje δ_{zmin}**

S obzirom da se radi o trećem zahvatu obrade na simetričnoj površini, formula za određivanje dodatka za obradu glasi:

$$\delta_{zmin} = 2 \cdot (R_{i-1} + C_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i)$$

$R_{i-1} = 0,05\text{mm}$ (Tab 6,66, posle poluzavršnog struganja zupčanika)

$C_{i-1} = 0,05\text{mm}$ (Tab 6,66, posle poluzavršnog struganja zupčanika)

$\rho_{i-1} = 0,05 \cdot \rho_i = 0,05 \cdot 0,105 \cong 0,005\text{mm}$ – geometrijska greška oblika i odnosa površina posle grube obrade

$\varepsilon_i = k \cdot \varepsilon_{i-1} + \varepsilon_{ind} = 0,06 \cdot 0,074 + 0,05 \cong 0,055\text{mm}$

Dodatak za završno unutrašnje struganje:

$$\delta_{zmin} = 2 \cdot (R_{i-1} + C_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i) = 2 \cdot (0,05 + 0,05 + 0,005 + 0,055) = 0,32\text{mm}$$

$T=0,072\text{ mm}$ – ekonomična tolerancija zahvata obrade završnog unutrašnjeg struganja N7 (mera 198mm) \rightarrow IT8 (T2.1/33) \rightarrow T=0,072mm (T2.2/33)

d) **Minimalni dodatak za unutrašnje brušenje δ_{bmin}**

S obzirom da se radi o četvrtom zahvatu obrade simetrične površine, formula za određivanje dodatka za obradu glasi:

$$\delta_{bmin} = 2 \cdot (R_{i-1} + C_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i)$$

$R_{i-1} = 0,025\text{mm}$ – (Tab. 6.66, brušenje posle finog-čistog struganja)

$C_{i-1} = 0\text{mm}$ ($C_{i-1}=0$, deformacioni sloj posle termičke obrade)

$\rho_p = \Delta k \cdot L = 0,0005 \cdot 198 = 0,099 \cong 0,1\text{mm}$

$\Delta k = 0,5 \mu\text{m/mm} = 0,0005\text{mm/mm}$ (T 6.67 / D_{iz} je veće od 120mm)

$\varepsilon_i = 0,05\text{mm}$ (orijentacioni podataka za grešku stezanja i pozicioniranja preko valjčića)

Dodatak za brušenje iznosi:

$$\delta_{bmin} = (R_{i-1} + C_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i) = 2 \cdot (0,025 + 0 + 0,1 + 0,05) = 0,35\text{mm}$$

Dodatak za grubo brušenje $\delta_{gbmin}=0,28\text{mm}$ (80% dodatka za brušenje) a dodatak za završno brušenje iznosi $\delta_{zbmin}=0,07\text{mm}$ (20% dodatka za brušenje)

$T=0,029\text{mm}$ - tolerancija poslednjeg zahvata obrade površine jednaka je toleranciji mere sa crteža

Ukupni dodatak za obradu na meri $198^{+0,029}$ iznosi:

$$\delta_{min} = \delta_{gmin} + \delta_{pmin} + \delta_{zmin} + \delta_{bmin} = 5,1 + 0,76 + 0,32 + 0,35 = 6,53\text{mm}$$

-Tolerancija mere otkovka (opšti izraz)

$$T_p = N_p + H_k + K_s$$

$N_p=1,4\text{ mm}$ (T6.68, m=17,8kg)

$H_k=0,7\text{ mm}$ (T6.68, m=17,8kg)

$K_s = \pm \Delta k \cdot L = 2 \cdot \Delta k \cdot L = 2 \cdot 0,001 \cdot 198 = 0,396 \cong 0,4\text{mm}$

$\Delta k=1\mu\text{m/mm}=0,001\text{mm/mm}$ /L=198 mm – mera otkovka

$$T_p = 1,4 + 0,7 + 0,4 = 2,5\text{mm}$$

Proračun dodataka za obradu

Tabela dodataka za obradu pogonskog zupčanika

Mesto obrade (zahvati)	Elementi dodatka				Računski dodatak δ_{zmin} (μm)	Najmanja proračunska mera Z_{min} (mm)	Toleran. T (μm)	Granične mere		Granični dodaci	
	R (μm)	C (μm)	ρ (μm)	ϵ (μm)				Z_{max} (mm)	Z_{min} (mm)	δ_{zmax} (μm)	δ_{zmin} (μm)
Mera $\phi 300^{+0,081}$ (pripremak)	150	250	1800		5264	305,183	2700	307,9	305,2	7900	5281
Grubo struganje	150	250	1750	120	4540	300,643	520	301,12	300,6	6780	4600
Završno struganje	100	100	105	57	724	299,919	81	300	299,919	1120	681
Mera $70^{+0,74}$ (pripremak)	150	250	400		1900	71,16	2200	73,4	71,2	3400	1940
Grubo struganje jedne strane	150	250	400	150	950	70,21	740	70,74	70	2660	1200
Grubo struganje druge strane	150	250	400	150	950	69,26	740	70	69,26	740	740
Mera $34^{+0,025}$ (pripremak)	150	250	400		2952	36,927	2200	39,1	36,9	5100	2925
Grubo struganje prve strane	150	250	400	120	920	36,007	620	36,62	36	2480	900
Završno struganje prve strane	100	100	24	57	281	35,726	100	35,8	35,7	820	300
Grubo struganje druge strane	150	250	400	120	920	34,806	620	35,42	34,8	380	900
Završno struganje druge strane	100	100	24	57	281	34,525	100	34,6	34,5	820	300
Brušenje jedne strane	25	0	200	50	275	34,25	25	34,225	34,2	375	300
Brušenje druge strane	25	0	200	50	275	33,975	25	34	33,975	225	225
Mera $\phi 252^{+0,52}$ (pripremak)	150	250	1750		5100	247,42	2600	247,4	244,8	5120	7200
Grubo struganje	150	250	1750	400	5100	252,52	520	252,52	252	5120	7200
Mera $\phi 198^{+0,029}$ (pripremak)	150	250	1750		6530	191,501	2500	191,5	189	6529	9000
Grubo struganje	150	250	1750	400	5100	196,601	720	196,6	195,88	5100	6880
Poluzavršno struganje	100	100	105	74	758	197,359	115	197,4	197,285	800	1405
Završno struganje	50	50	5	55	320	197,679	72	197,7	197,628	300	343
Brušenje	25	0	100	50	350	198,029	29	198,029	198	329	372

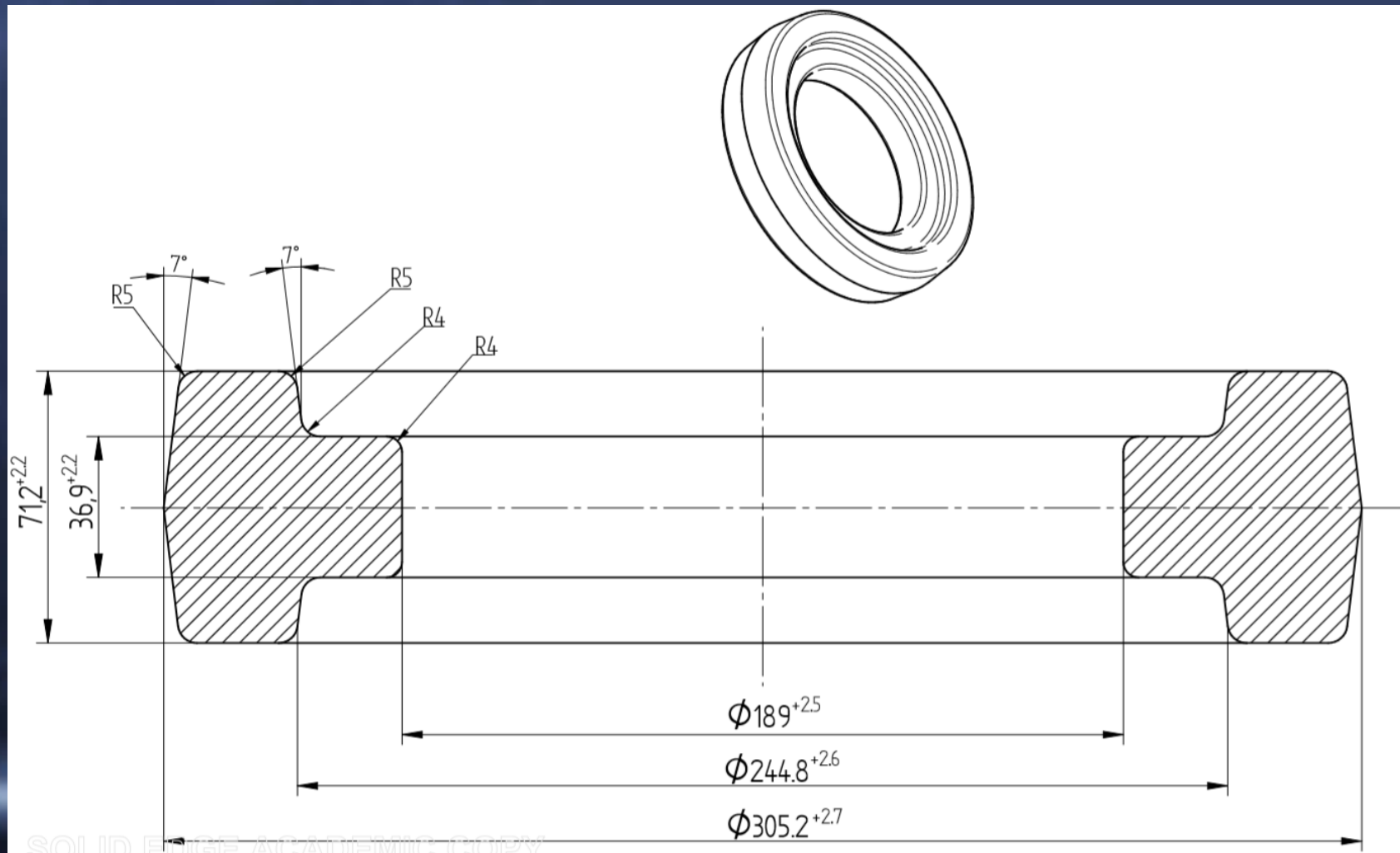
Preciziranje idejnog tehnološkog procesa

Na osnovu definisanih dodataka za obradu, izvršeno je preciziranje dimenzija zahvata obrade, što je uneseno u idejno rešenje TP.

Na osnovu ovih podataka vrši se definisanje odgovarajućih karti operacija, za čega je potrebno usvojiti konkretne alate sa oznakama proizvođača, odgovarajuće režime obrade a potom proračunati/usvojiti vremena obrade (pripremno-završno vreme, glavno i pomoćno vreme, komadno vreme).

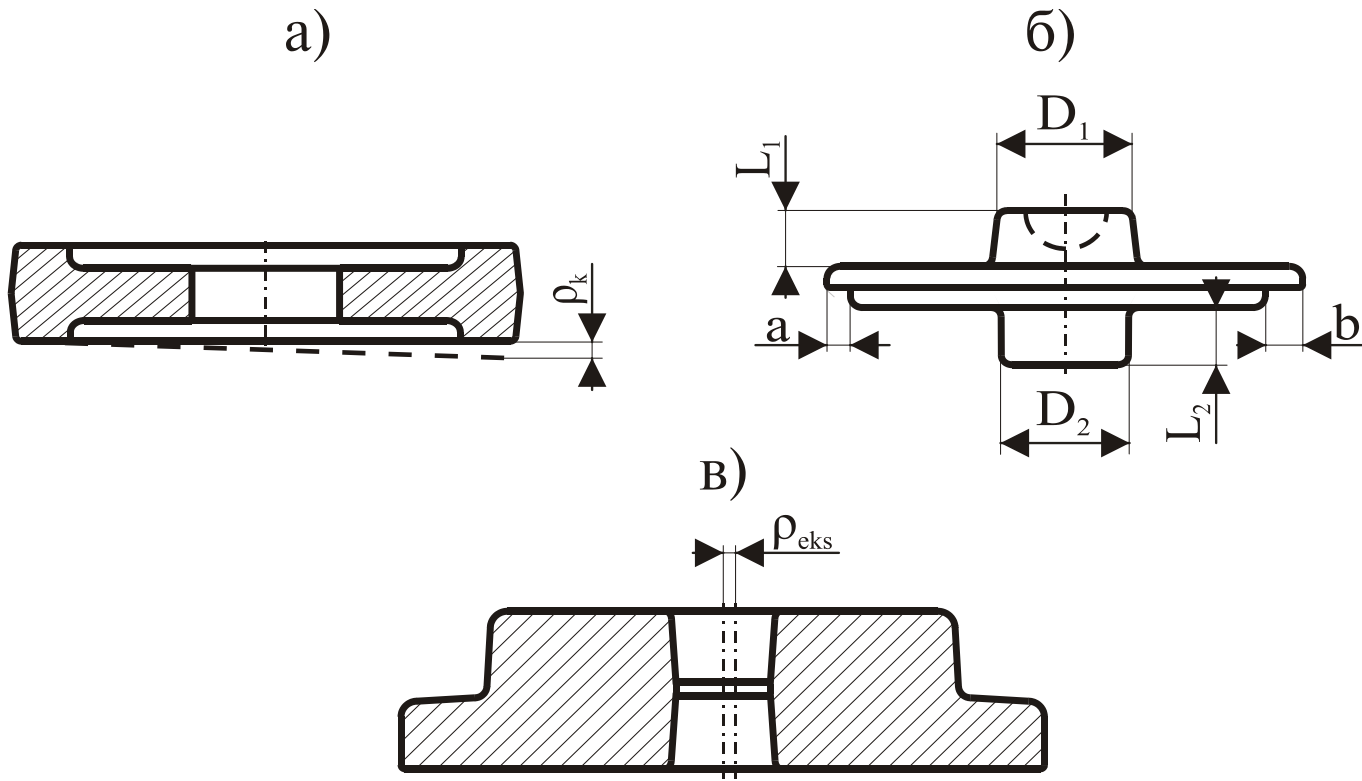
Preciziranje crteže otkovka

Na osnovu izračunatih graničnih mera otkovka koje su unete u tabelu, kao i preporuka za kovačke uglove i radijuse definisan je crtež otkovka.



Geometrijska greška oblika i odnosa površina i osa

- ρ_{kp} - greška zbog vitoperenja otkovka
- ρ_{pp} - greška profila otkovka zbog pomerenja delova kalupa
- ρ_{eks} - greška zbog ekscentričnosti otvora u odnosu na spoljnu površinu, kada se otvor kuje u posebnoj operaciji



**Табела 6.62: Максимална хрпавост површина и дубина
дефектног слоја отковака (0,001 mm) str.160**

<i>МАСА ОТКОВКА (kg)</i>	<i>R</i>	<i>C</i>
<i>do 0,25</i>	150	150
<i>0,25-2,5</i>	150	200
<i>2,5-25</i>	150	250
<i>25-100</i>	200	300
<i>100-200</i>	300	300

Табела 6.64: Геометријска грешка померања профила отковка, ρ_{pp} (mm) str.161

МАСА ОТКОВКА (kg)	КОВАЊЕ НА ЧЕКИЋИМА (СА ГРУПАМА ТАЧНОСТИ)			При ковању на пресамa и хоризонтал.ков.машинама за групе тачности		
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
<i>до 0,25</i>	0,3	0,4	0,6	0,2	0,3	0,5
<i>0,25 - 0,63</i>	0,35	0,5	0,8	0,25	0,4	0,6
<i>0,63 - 1,6</i>	0,4	0,6	1,2	0,3	0,5	0,7
<i>1,6 - 2,5</i>	0,45	0,8	1,4	0,35	0,6	0,8
<i>2,5 - 4,0</i>	0,5	1,0	1,5	0,4	0,7	0,9
<i>4,0 - 6,3</i>	0,63	1,1	1,7	0,5	0,8	1,0
<i>6,3 - 10,0</i>	0,70	1,2	2,0	0,6	0,9	1,2
<i>10,0 - 13,0</i>	0,8	1,3	2,1	0,6	1,0	1,3
<i>13,0 - 25,0</i>	0,9	1,4	2,3	0,7	1,1	1,4
<i>25,0 - 40,0</i>	1,0	1,6	2,6	0,7	1,2	1,6

**Табела 6.65: Грешке ексцентричности и витоперења
отковака ρ_{ex} ρ_k (mm) Str.162**

<i>Дебљина, дужина или ширина отковка (mm)</i>	<i>ЕКСЦЕНТРИЧНОСТ ОТВОРА ПРИ ГРУПИ ТАЧНОСТИ</i>			<i>ИСКРИВЉЕЊЕ И ВИТОПЕРЕЊЕ ПРИ ГРУПИ ТАЧНОСТИ</i>		
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
<i>до 50</i>	0,5	0,8	1	0,25	0,5	0,5
<i>50-120</i>	0,63	1,4	1,5	0,25	0,5	0,6
<i>120-180</i>	0,8	2,0	2,5	0,32	0,5	0,7
<i>180-250</i>	1,0	2,3	3,5	0,32	0,6	0,9
<i>250-360</i>	1,5	3,2	4,5	0,4	0,7	1,0
<i>360-500</i>	2,5	3,6	5,5	0,5	0,8	1,1

Табела 6.2: Збирна грешка позиционирања и стезања комадних обрадака у самоцентрирајућ стезач (0,001 mm) Str.129

ПОВРШИНЕ ЗА СТЕЗАЊЕ	ПРЕЧНИК ОБРАДЕ (mm)							
	<i>до</i> 50	<i>50</i> <i>до</i> 120	<i>120</i> <i>до</i> 260	<i>260</i> <i>до</i> 500	<i>до</i> 50	<i>50</i> <i>до</i> 120	<i>120</i> <i>до</i> 260	<i>260</i> <i>до</i> 500
	<i>· Радијална</i>				<i>Аксијална</i>			
<i>Ливене у постојане калупе или коване на коленастим пресама</i>	200	300	400	500	80	100	120	150
<i>Ливене у шкољкастим калупима или топљивим моделима или грубо обрађене</i>	100	150	200	250	50	80	100	120
<i>Чисто обрађене</i>	50	80	100	120	30	50	80	100
<i>Брушене</i>	20	30	40	50	10	15	25	30

**Табела 6.68: Грешке ковања у калупу услед хабања и недокованости
(0,001 mm) Str.168**

МАСА ОТКОВКА (kg)	НЕДОКОВАНОСТ N_p	ХАБАЊЕ КАЛУПА H_k
<i>до 0,25</i>	400	200
<i>0,25 - 0,63</i>	500	250
<i>0,63 - 1,6</i>	630	320
<i>1,6 - 2,5</i>	800	400
<i>2,5 - 4,0</i>	900	450
<i>4,0 - 6,3</i>	1000	500
<i>6,3 - 10</i>	1100	550
<i>10 - 16</i>	1200	600
<i>16-25</i>	1400	700
<i>25-40</i>	1600	800
<i>40-63</i>	2000	1000
<i>63-100</i>	2600	1200
<i>100-125</i>	3000	1500
<i>125-160</i>	3600	1800
<i>160-200</i>	4100	2000

Zavisnost klase hrapavosti i klase ISO tolerancije:

Oznaka klase ISO tolerancije	Klase hrapavosti i odgovarajuća vrednost Ra za područje nazivnih mera									
	do 3		iznad 3 do 18		iznad 18 do 80		iznad 80 do 250		iznad 250	
	Klasa hrap.	Ra	Klasa hrap.	Ra	Klasa hrap.	Ra	Klasa hrap.	Ra	Klasa hrap.	Ra
IT5	N3	0,1	N4	0,2	N5	0,4	N5	0,4	N6	0,8
IT 6	N4	0,2	N5	0,4	N5	0,4	N6	0,8	N6	0,8
IT 7	N5	0,4	N5	0,4	N6	0,8	N7	1,6	N7	1,6
IT 8	N5	0,4	N6	0,8	N7	1,6	N7	1,6	N8	3,2
IT 9	N6	0,8	N6	0,8	N7	1,6	N8	3,2	N9	6,3
IT 10	N7	1,6	N7	1,6	N8	3,2	N9	6,3	N9	6,3
IT 11	N7	1,6	N8	3,2	N9	6,3	N9	6,3	N10	12,5
IT 12	N8	3,2	N8	3,2	N9	6,3	N10	12,5	N11	25
IT 13	N9	6,3	N9	6,3	N10	12,5	N11	25	N11	25
IT 14	N10	12,5	N10	12,5	N11	25	N11	25	N12	50
IT 15	N10	12,5	N10	12,5	N11	25	N12	50	-	100*
IT 16	N11	25	N11	25	N12	50	-	100*	-	100*

Vrednosti osnovnih tolerancija IT po ISO sistemu

Područje nazivnih mera u milimetrima (mm)														
Iznad do	- 1	1 3	3 6	6 10	10 18	18 30	30 50	50 80	80 120	120 180	180 250	250 315	315 400	400 500
kvalitet	Vrednosti tolerancije u mikrometrima ($1\mu\text{m} = 0.001\text{ mm}$)													
IT 01	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,8	1	1,2	2	2,5	3	4	
IT 0	0,5	0,6	0,6	0,8	1	1	1,2	1,5	2	3	4	5	6	
IT 1	<u>0,8</u>	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>1,2</u>	1,5	<u>1,5</u>	2	<u>2,5</u>	3,5	<u>4,5</u>	6	7	8	
IT 2	<u>1,2</u>	1,5	<u>1,5</u>	2	<u>2,5</u>	<u>2,5</u>	3	4	5	7	8	9	10	
IT 3	<u>2</u>	<u>2,5</u>	<u>2,5</u>	3	4	4	5	6	8	10	12	13	15	
IT 4	<u>3</u>	4	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20	
IT 5	<u>4</u>	5	6	8	9	11	13	15	18	20	23	25	27	
IT 6	<u>6</u>	8	9	11	13	16	19	22	25	29	32	36	40	
IT 7	<u>10</u>	12	15	18	21	25	30	35	40	46	52	57	63	
IT 8	14	18	22	27	33	39	46	54	63	72	81	89	97	
IT 9	25	30	36	43	52	62	74	87	100	115	130	140	155	
IT 10	40	48	58	70	84	100	120	140	160	185	210	230	250	
IT 11	60	75	90	110	130	160	190	220	250	290	320	360	400	
IT 12	<u>100</u>	120	150	180	210	250	300	350	400	460	520	570	630	
IT 13	140	180	220	270	330	390	460	540	630	720	810	890	970	

Табела 6.66: Максимална хрававост обрађене површине и дубина дефектног слоја отковака (0,001 mm) Str.163

<i>ВРСТА ОБРАДЕ</i>	<i>КЛАСА</i>	<i>R</i>	<i>C</i>
<i>Степенасте осовине</i>			
<i>Спољне површине</i>			
<i>Стругање: једноструко</i>	N11-N10	30	30
<i>грубо</i>	N11	50	50
<i>чисто</i>	N10	25	25
<i>фино</i>	N6-N7		
<i>Округло брушење:</i>			
<i>чисто</i>	N7	40	20
<i>фино</i>	N6-N5	5	15
<i>Зупчаници са једним и више венаца</i>			
<i>Спољне површине</i>			
<i>Стругање: једноструко</i>	N9-N11	30	30
<i>грубо</i>	N13	100	100
<i>получисто</i>	N11	50	50
<i>чисто</i>	N9-N10	25	25
<i>фино</i>	N7-N6		
<i>Округло брушење:</i>			
<i>претходно</i>	N6-N5	10	20
<i>чисто</i>	N6-N5	5	15
<i>фино</i>	N4-N5		