

OBRADA STRUGANJEM

- Dubina rezanja– a [mm]

I – Slučaj:

δ_1 - tabela S – 1, δ_2 - tabela S – 2, δ_3 - tabela BR – 1

- Broj prolaza: $i_g = \frac{\delta_1}{2 \cdot a_{gmax}}$, $i_f = \frac{\delta_2}{2 \cdot a_{fmax}}$, $a_{gmax} = 5 \div 6$ mm
- Stvarna dubina: $a_g = \frac{\delta_1}{2 \cdot i_g}$ i $a_f = \frac{\delta_2}{2 \cdot i_f}$

II – Slučaj:

$\delta_1 = \emptyset D - (\emptyset d + \delta_2 + \delta_3)$, $\delta_2 \rightarrow S - 2$, $\delta_3 \rightarrow BR - 1$

- Određivanje pomaka: s [mm/o]

- Preporučena vrednost: $S - 9 \rightarrow$ gruba obrada; $S - 10 \rightarrow$ fina obrada
- Pomak s obzirom na vitkost strugotine:

$$g = \frac{a}{s}, \quad 5 \leq g \leq 10 - \text{za uzdužno struganje}, \quad 5 \leq g \leq 20 - \text{za poprečno struganje}$$

- Pomak s obzirom na hrapavost obrađene površine:

$$s \leq \sqrt{32 \cdot R_a \cdot r} \quad \text{ili} \quad s \leq \sqrt{8 \cdot R_h \cdot r}$$

$$r = (0,5 \div 2) \text{ mm}$$

$\nabla \frac{N7}{}$

$$\rightarrow R_a = 1,6 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

$\nabla \frac{N8}{}$

$$\rightarrow R_a = 3,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

$\nabla \frac{N9}{}$

$$\rightarrow R_a = 6,3 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

- Određivanje broja obrtaja n [o/min]

- Provera s obzirom na postojanost alata: **Za BČ**

$$V = \frac{C_V}{a^x \cdot s^y} \cdot \xi_x \cdot \xi_m \cdot \xi_T = D \cdot \pi \cdot n \rightarrow n_A = \frac{C_V}{a^x \cdot s^y \cdot D \cdot \pi} \cdot \xi_x \cdot \xi_m \cdot \xi_T$$

$$C_{V,x,y} = f(M.O.) - \text{Tabela S - 7}, \quad \xi_x \rightarrow S - 5, \quad \xi_m \rightarrow S - 6, \quad \xi_T \rightarrow S - 7$$

- Provera s obzirom na postojanost alata: **Za TM ili KP**

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot a^x \cdot s^y} \cdot \xi_x \cdot \xi_{mrp} \cdot \xi_T = D \cdot \pi \cdot n \rightarrow n_A = \frac{C_V}{T^m \cdot a^x \cdot s^y \cdot D \cdot \pi} \cdot \xi_x \cdot \xi_{mrp} \cdot \xi_T$$

$$C_{V,m,x,y} = f(M.O.) - \text{tabela S - 8}$$

$$\xi_x \rightarrow S - 5; \quad \xi_{mrp}; \quad \xi_T \rightarrow S - 8$$

- Provera s obzirom na snagu mašine:

$$P_m = \frac{P}{\eta} = \frac{F_V \cdot V}{\eta} = \frac{C_k \cdot a^{x_1} \cdot s^{y_1} \cdot D \cdot \pi \cdot n}{\eta} \rightarrow n_M = \frac{P_m \cdot \eta}{C_k \cdot a^{x_1} \cdot s^{y_1} \cdot D \cdot \pi}$$

$$F_V = C_k \cdot a^{x_1} \cdot s^{y_1} - \text{tabela S - 13}$$

Napomena: Kod višesečnog struga snaga mašine se računa po formuli: $P_m = \frac{\sum P_i}{\eta}$.

- Glavno vreme obrade:

$$t_g = i \cdot \frac{L}{n \cdot s} - \text{ukupno vreme obrade}$$

$$t_g' = i \cdot \frac{l}{n \cdot s} - \text{efektivno vreme obrade}$$

- **Kapacitet mašine:**

$$Q_m = A * V * \rho \left[\frac{kg}{s} \right], \quad A = a * s$$

$$Q_h = \frac{3600}{t_k} \left[\frac{kom}{h} \right], \quad t_k = t_g + \sum t_i$$

OBRADA BUŠENJEM

- **Određivanje broja obrtaja na postojanost alata:** T (min); L (m)

$$V_T = \frac{C_V * D^{x_0} * \mu_0}{T^m * s^{y_0}} = D * \pi * n_T \rightarrow n_T = \frac{C_V * D^{x_0-1} * \mu_0}{T^m * s^{y_0} * \pi}$$

$$V_L = \left(\frac{C_V * D^{x_0-m} * \mu_0}{L^m * s^{y_0-m} * \pi^m} \right)^{\frac{1}{1-m}} = D * \pi * n_L \rightarrow n_L = \left(\frac{C_V * \mu_0}{L^m * s^{y_0-m} * \pi * D^{1-x_0}} \right)^{\frac{1}{1-m}}$$

$$C_V, x_0, y_0, m = f(MO) - \text{Tab. BU} - 2; \quad \mu_0 = f\left(\frac{l}{D}\right) - \text{Tab. BU} - 3$$

- **Broj rupa koji se izvede do zatupljenja alata:** T (min); L (m)

$$K = \frac{T}{t_{g'}} = \frac{L}{l} \Rightarrow \frac{T}{\frac{l}{n * s}} = \frac{L}{l} \Rightarrow T = \frac{L}{n * s}$$

- **Broj obrtaja s obzirom na snagu mašine:**

$$P_m = \frac{P}{\eta} = \frac{M * \omega}{\eta} = \frac{C_m * D^x * s^y * 2 * \pi * n}{\eta} \rightarrow n_M = \frac{P_m * \eta}{C_m * D^x * s^y * 2 * \pi}$$

$$C_m, x, y = f(MO) - \text{Tab. BU} - 4$$

Napomena: Kod viševretenih bušilica (**uslov - n; s; - const.**) snaga mašine se računa po formuli: $P_m = \frac{\sum P_i}{\eta}$.

Kod bušilica sa viševretenom glavom (**uslov - n * s = const.**) snaga mašine se računa po formuli: $P_m = \frac{\sum P_i}{\eta}$.

- **Određivanje pomaka**

– izbor preporučene vrednosti: $s = \text{Tab. BU} - 1$

- **Glavno vreme obrade:**

$$t_g = \frac{L}{n * s} = \frac{l_1 + 2 * \Delta l + l}{n * s}, \quad l_1 = \frac{1}{3}D; \quad \Delta l = (1 \div 2) \text{ mm}$$

OBRADA GLODANJEM

- **Brzina rezanja:**

$$V = \frac{C_0}{s_1^y} = D * \pi * n$$

$C_0 = f(T)$ – za obimno glodanje *Tab. G - 4*, za čeonno glodanje *Tab. G - 5*

$T = (120 \div 600) \text{ min} - \text{BČ}, \quad \omega = (0 \div 45)^\circ$

- **Pomak po zubu**

– izbor preporučene vrednosti: **Tab. G - 2**

– Provera pomaka s obzirom na zadatu hrapavost površine:

$$s_1 = \frac{1}{z} * \sqrt{2,7 * R_h * D}, \quad R_h \leq 40 \mu\text{m} - \text{za grubo glodanje}; \quad R_h \leq 6 \mu\text{m} - \text{za fino glodanje}$$

– Brzina kretanja stola: $s = s_1 * z * n$

- **Dubina rezanja**

I – Slučaj: $H_p = H + \delta_1 + \delta_2 + \delta_3$

δ_1 - tabela G – 1, δ_2 - tabela G – 1, δ_3 - tabela BR – 4

Broj prolaza: $i_g = \frac{\delta_1}{a_{gmax}}, \quad i_f = \frac{\delta_2}{a_{fmax}}$

Stvarna dubina: $a_g = \delta_{1TAB} \cdot (i_g = 1), \quad a_f = \delta_{2TAB} \cdot (i_f = 1)$

II – Slučaj: $\delta_u = H_p - H, \quad \delta_u = \delta_1 + \delta_2 + \delta_3$

$\delta_1 = \delta_u - (\delta_2 + \delta_3)$

δ_2 i δ_3 – iz tabele izvaditi vrednosti, $i_g = \frac{\delta_1}{a_{gmax}} = \frac{\delta_1}{\delta_{1TAB}} = 1, 2, 3, \dots$ (br. prolaza), $a_g = \frac{\delta_1}{i_g}$

- **Sile rezanja pri glodanju:**

$$F = K * A$$

Za obimno glodanje: $F_{V_m} = \frac{s * b * a}{V} * K_{V_m}; \quad k_{V_m} = \frac{C_k}{\varepsilon_k \sqrt{A_m}}; \quad A_m = b * h_m; \quad h_m = s_1 * \sqrt{\frac{a}{D}}$

Za čeonu glodanje: $F_{V_m} = F_{V_{m1}} * Z_Z; \quad F_{V_{m1}} = s_1 * a * \cos \varphi_m * k_{V_m}; \quad k_{V_m} = C * s_1^{-0,26}$

$$\cos \varphi_m = \frac{\sin \varphi_s + \sin \varphi_i}{\varphi_i + \varphi_s}, \quad \varphi_i = \varphi_s = \varphi \rightarrow \cos \varphi_m = \frac{\sin \varphi}{\varphi}$$

$$Z_Z = \frac{z * (\varphi_i + \varphi_s)}{2 * \pi}, \quad \varphi_i = \varphi_s = \varphi \rightarrow Z_Z = \frac{z * \varphi}{\pi}$$

- **Snaga pogonskog elektromotora:**

Za obimno glodanje: $P_m = \frac{1,1 * F_{V_m} * V}{\eta}$

Za čeonu glodanje: $P_m = \frac{1,1 * F_{V_{m1}} * Z_Z * V}{\eta}$

- **Određivanje broja obrtaja:**

– S obzirom na postojanost alata:

$$V = \frac{C_0}{s_1^y} = D * \pi * n \rightarrow n_A = \frac{C_0}{s_1^y * D * \pi}, \quad \text{gde je } C_0 \text{ za obimno } G - 4, \text{ a za čeonu } G - 5$$

– S obzirom na snagu pogonskog elektromotora:

Za obimno glodanje: $P_m = \frac{1,1 * F_{V_m} * V}{\eta} \rightarrow n_m = \frac{P_m * \eta}{1,1 * F_{V_m} * D * \pi}$

Za čeonu glodanje: $P_m = \frac{1,1 * F_{V_{m1}} * Z_Z * V}{\eta} \rightarrow n_m = \frac{P_m * \eta}{1,1 * F_{V_{m1}} * Z_Z * D * \pi}$

- **Glavno vreme obrade:**

$$t_g = i * \frac{L}{s} = i * \frac{L}{s_1 * z * n}; \quad L = l + l_1 + 2 * \Delta l$$

$$t_g' = \frac{l}{s} - \text{efektivno vreme obrade}$$

Obimno glodanje: $l_1 = \sqrt{a * (D - a)}$

Čeonu glodanje: $l_1 = \frac{1}{2} (D - \sqrt{D^2 - B^2})$

OBRADA BRUŠENJEM

➤ Obrada kružnim brušenjem

- **Dubina brušenja:** $a \rightarrow$ preporuke TABELA BR – 7
- **Broj obrtaja:**

$$n_t \rightarrow V_t = D_t * \pi * n_t \rightarrow n_t = \frac{V_t}{D_t * \pi}; V_t \rightarrow BR - 5$$

$$n_p \rightarrow V_p = D_p * \pi * n_p \rightarrow n_p = \frac{V_p}{D_p * \pi}, \quad V_p = \frac{C}{\sqrt{\frac{a * (D_p \pm D_t)}{D_p * D_t}}}, \quad C = f(M.O.) - Tab.BR - 8$$

Napomena: U formuli V_p znak "+" se koristi za spoljašnje kružno brušenje, a "-" za unutrašnje kružno brušenje.

- **Aksijalni pomak:** $S_a - Tab.BR - 9$
- **Glavno vreme obrade:**

$$t_g = i * \frac{L * K}{n_p * S_a}, \quad K = (1,2 \div 1,7), \quad L = l + 2 * \Delta l + B, \quad B - \text{širina točila}$$

➤ Ravno brušenje – LONČASTIM TOCILOM

- **Dubina brušenja:** $a \rightarrow$ preporuke TABELA BR – 7
- **Broj obrtaja:**

$$n_t \rightarrow V_t = D_t * \pi * n_t \rightarrow n_t = \frac{V_t}{D_t * \pi}; V_t \rightarrow BR - 5$$

$$V_p = \frac{C}{\sqrt{\frac{a}{D_t}}}, \quad C = f(M.O.) - Tab.BR - 8$$

- **Glavno vreme obrade:**

$$t_g = i * \frac{L * K}{V_p}, \quad K = (1,2 \div 1,7), \quad L = l + 2 * \Delta l + D_t$$

➤ Ravno brušenjem – KOTURASTIM TOCILOM

- **Dubina brušenja:** $a \rightarrow$ preporuke TABELA BR – 7
- **Broj obrtaja:**

$$n_t \rightarrow V_t = D_t * \pi * n_t \rightarrow n_t = \frac{V_t}{D_t * \pi}; V_t \rightarrow BR - 5; \quad V_p = \frac{C}{\sqrt{\frac{a}{D_t}}}, \quad C = f(M.O.) - Tab.BR - 8$$

- **Bočni pomak točila:**

$$S_b - Tab.BR - 9$$

- **Glavno vreme obrade:**

$$t_g = i * \frac{B_t * K}{n_L * S_b}$$

$$K = (1,2 \div 1,7); \quad B_t = b + 2 * \Delta B + B, \quad B - \text{širina točila}; \quad b - \text{širina radnog predmeta}$$

$$n_L = \frac{V_p}{L}; \quad L = l + 2 * \Delta l;$$

➤ **Radijalno brušenje**

- **Dubina brušenja:** $a = S_z$
- **Broj obrtaja:**

$$n_t \rightarrow V_t = D_t * \pi * n_t \rightarrow n_t = \frac{V_t}{D_t * \pi}; \quad V_t \rightarrow BR - 5$$

$$n_p \rightarrow V_p = D_p * \pi * n_p \rightarrow n_p = \frac{V_p}{D_p * \pi}, \quad V_p \rightarrow BR - 5$$

- **Glavno vreme obrade:**

$$t_g = i * \frac{L * K}{n_p * S_z}, \quad K = (1,2 \div 1,7), \quad L = \frac{\delta}{2} + \Delta l$$