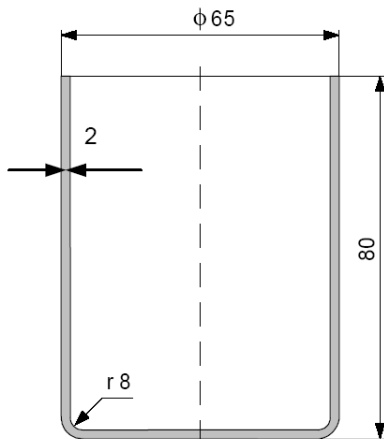


## ПРИМЕР ИЗ ОБРАДЕ ИЗВЛАЧЕЊЕМ

За део дат на слици потребно је одредити деформациону силу и деформациони рад. Материјал је челик за дубоко извлачење.



Карактеристичне величине обратка су:

$$d_1 = d_n - s = 65 - 2 = 63 \text{ mm}$$

$$r_{1i} = r_i + \frac{s}{2} = 8 + 1 = 9 \text{ mm}$$

$$d_1' = d_n - 2 \cdot s - 2 \cdot r_i = 45 \text{ mm}$$

$$l_1 = h - s - r_i + \Delta h = 80 - 2 - 8 + 3,28 = 73,28 \text{ mm}$$

при чему је додатак за опсецање добијен интерполацијом на основу таблице 6.6 и износи:

$$\Delta h = f(80; 80/65) = f(80; 1,23) = 2,5 \div 3,8 = 3,28 \text{ mm}$$

Пречник припремка је:

$$D_o = \sqrt{d_1'^2 + 4d_1l_1 + 2\pi d_1' r_{1i} + 8r_{1i}^2} = \sqrt{45^2 + 4 \cdot 63 \cdot 73,28 + 2\pi \cdot 45 \cdot 9 + 8 \cdot 9^2} = \sqrt{23562} = 153,49 \text{ mm} = 154 \text{ mm}$$

Број операција према формули је

$$n = 1 + \frac{\log d_n - \log m_1 \cdot D_o}{\log m_2} = 1 + \frac{\log 65 - \log 0,52 \cdot 154}{\log 0,755} = 1,712 \Rightarrow n = 2$$

где су из таблице 6.10 добијени  $m_1=0,52$  и  $m_2=0,755$ , за  $(s/D_o)100\%=1,3$ ,

што потврђује и таблица 6.9 (стр.335), где је  $n=2$ , за  $(s/D_o)100\%=1,3$  и  $h/d_n=1,23$ .

Геометријске мере:

$$d_1 = m_1 \cdot D_o = 0,52 \cdot 154 = 80,08 \approx 80 \text{ mm}$$

$$m_1 = \frac{80}{154} = 0,519$$

$$m_2 = \frac{d_2}{d_1} = \frac{65 - 2}{80} = 0,7875$$

За прву операцију извлакач може бити конусни или заобљени, а за другу, тј. последњу само заобљени.

$$a_1 = \frac{d_1 - d_2}{2} = \frac{80 - 63}{2} = 8,5 \text{ mm}$$

конусни

$$h_1 = 0,25 \left( \frac{154^2}{80} - 80 \right) + 0,57 \frac{8,5}{80} (80 + 0,86 \cdot 8,5) = 59,4 \text{ mm}$$

$$r_1 = \frac{80 - 63}{2} = 8,5 \text{ mm}$$

заобљени  $h_1 = 0,25 \left( \frac{154^2}{80} - 80 \right) + 0,43 \frac{9}{80} (80 + 0,32 \cdot 9) = 58,1 \text{ mm}$

$$h_2 = 0,25 \left( \frac{154^2}{63} - 63 \right) + 0,43 \frac{9}{63} (63 + 0,32 \cdot 9) = 82,4 \text{ mm}$$

провера  $h_2 = 80 + \Delta h - \frac{s}{2} = 82,28 \text{ mm} \approx 82,4 \text{ mm}$

Потреба за држачем лима

прва операција  $\frac{s}{D_o} = \frac{2}{154} = 0,0129 < 0,02$  потребан је држач лима  
 $m_1 = 0,519 < 0,6$

друга операција  $\frac{s}{d_1} = \frac{2}{80} = 0,025 > 0,015$  није потребан држач лима  
 $m_2 = 0,7875 < 0,8$

Сила држача лима за прву операцију

$$p = \frac{2,5}{1000} \left[ \left( \frac{D_o}{d-s} - 1 \right)^3 + \frac{d-s}{200s} \right] \cdot \sigma_M = \frac{2,5}{1000} \left[ \left( \frac{154}{80-2} - 1 \right)^3 + \frac{80-2}{200 \cdot 2} \right] \cdot 380 = 1,04 \text{ MPa}$$

$$F_d = \frac{\pi}{4} [D_o^2 - (d + 2r_p + s)^2] \cdot p = \frac{\pi}{4} [154^2 - (80 + 2 \cdot 8 + 2)^2] \cdot 1,04 = 11521 \text{ N}$$

Према табlici 6.7 бира се коефицијент трења за случај извлачења без трења  $\mu=0,19$ .

Логаритамске деформације за прву операцију

$$h' = h_1 - \left[ a_1 + 0,43 \cdot \left( r_p + \frac{s}{2} \right) \right] = 59,4 - [8,5 + 0,43 \cdot (8 + 1)] = 47,03 \text{ mm}$$

конусни врх  $\varphi_R = \frac{1}{2} \ln \frac{R_o^2}{R_o^2 - 2r_1 h'} = \frac{1}{2} \ln \frac{77^2}{77^2 - 2 \cdot 40 \cdot 47,03} = 0,50 = 50\%$

$$\varphi_r = \frac{1}{2} \ln \frac{r_1 + 2h'}{r_1} = \frac{1}{2} \ln \frac{40 + 2 \cdot 47,3}{40} = 0,604 = 60,4\%$$

$$h' = h_1 - 0,43(r_i + r_p + s) = 58,11 - 0,43 \cdot (8 + 8 + 2) = 50,37 \text{ mm}$$

заобљени врх  $\varphi_R = \frac{1}{2} \ln \frac{R_o^2}{R_o^2 - 2r_1 h'} = \frac{1}{2} \ln \frac{77^2}{77^2 - 2 \cdot 40 \cdot 50,37} = 0,569 = 56,9\%$

$$\varphi_r = \frac{1}{2} \ln \frac{r_1 + 2h'}{r_1} = \frac{1}{2} \ln \frac{40 + 2 \cdot 50,37}{40} = 0,629 = 62,9\%$$

Ефективни напони челика за извлачење  $\sigma_{ee} = k_m$

$\varphi$ [%]	5	10	15	20	25	30	35	40	50	60	70
$\sigma_{ee}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	160	220	270	250	360	390	430	490	530	540	540

конусни врх  $k_m = \frac{k_R + k_r}{2} = \frac{530 + 540}{2} = 535 N/mm^2$

заобљени врх  $k_m = \frac{k_R + k_r}{2} = \frac{537 + 540}{2} = 538,5 N/mm^2$

Деформациона сила за прву операцију

конусни врх 
$$F_1 = \left( 2,2 \cdot \pi \cdot r_1 \cdot s \cdot k_m \cdot \ln \frac{R_o}{r_1} + 2 \cdot \mu \cdot F_d \right) \cdot e^{\mu \frac{\pi}{2}} + 2 \cdot \pi \cdot r_1 \cdot s^2 \frac{k_f}{2 \cdot r_p + s}$$

$$= \left( 2,2 \cdot \pi \cdot 40 \cdot 2 \cdot 535 \cdot \ln \frac{77}{40} + 2 \cdot 0,19 \cdot 11521 \right) \cdot e^{0,19 \cdot \frac{\pi}{2}} + 2 \cdot \pi \cdot 40 \cdot 2^2 \frac{535}{2 \cdot 8 + 2} = 297 KN$$

заобљени врх 
$$F_1 = \left( 2,2 \cdot \pi \cdot r_1 \cdot s \cdot k_m \cdot \ln \frac{R_o}{r_1} + 2 \cdot \mu \cdot F_d \right) \cdot e^{\mu \frac{\pi}{2}} + 2 \cdot \pi \cdot r_1 \cdot s^2 \frac{k_f}{2 \cdot r_p + s}$$

$$= \left( 2,2 \cdot \pi \cdot 40 \cdot 2 \cdot 538,5 \cdot \ln \frac{77}{40} + 2 \cdot 0,19 \cdot 11521 \right) \cdot e^{0,19 \cdot \frac{\pi}{2}} + 2 \cdot \pi \cdot 40 \cdot 2^2 \frac{538,5}{2 \cdot 8 + 2} = 299 KN$$

Деформациона сила за другу операцију

деформација површине обратка  $\psi = \frac{A_1 - A_2}{A_1} \cdot 100 = \frac{d_1^2 - d_2^2}{d_2^2} \cdot 100 = \frac{80^2 - 63^2}{80^2} \cdot 100 = 37,93\%$

па према табlici 6.8  $k_m$  износи  $510 N/mm^2$

$$F_2 = 2\pi \cdot r_2 \cdot s \cdot k_m \left[ 2e^{\mu \alpha} \frac{d_1 - d_2}{d_1 + d_2} \left( 1,1 + \frac{s}{2r_p + s} \right) \right] = 2\pi \cdot \frac{63}{2} \cdot 2 \cdot 510 \left[ 2e^{0,2 \cdot \frac{\pi}{4}} \frac{80 - 63}{80 + 63} \left( 1,1 + \frac{2}{2 \cdot 8 + 2} \right) \right] = 78948 N$$

Деформациони рад за прву операцију

$$\eta_1 = 1,16 - 0,65 \cdot m_1 = 1,16 - 0,65 \cdot 0,52 = 0,822$$

конусни врх  $W_1 = \eta_1 \cdot F_1 \cdot h_1 = 0,822 \cdot 297 \cdot 59,4 = 14,501 KNm$

заобљени врх  $W_1 = \eta_1 \cdot F_1 \cdot h_1 = 0,822 \cdot 299 \cdot 58,11 = 14,282 KNm$

Деформациони рад за другу операцију

$$\eta_1 = 1,16 - 0,65 \cdot m_2 = 1,16 - 0,65 \cdot 0,7875 = 0,648$$

$$W_2 = \eta_2 \cdot F_2 \cdot h_2 = 0,648 \cdot 78948 \cdot 82,4 = 4,215 KNm$$