

Извлачење

Мере припремка

Мере припремка се, при извлачењу, одређују из једнакости запремина припремка и изратка, односно једнакости њихових површина, пошто се дебљина лима практично не мења, тј.

$$V_0 = V_{iz} \text{ или } A_0 = A_{iz} \quad (6.109)$$

где су V_0 и A_0 - запремина и површина припремка и V_{iz} и A_{iz} - запремина и површина изратка.

За израду осносиметричних делова припремак је у облику кружне плоче, па је

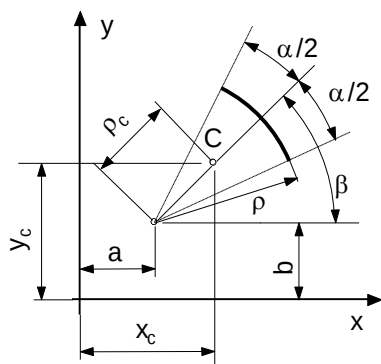
$$A_0 = \frac{\pi}{4} D_0^2 = \sum_i A_i = 2\pi \sum_i r_{ci} \ell_i$$

односно

$$D_0 = 2 \sqrt{2 \sum_i r_{ci} \ell_i} \quad (6.110)$$

где су A_i - парцијалне ротационе површне, r_{ci} - радијална растојања од осе обртања до парцијалне линије изводнице и ℓ_i - дужине одговарајућих изводница. Пошто се код делова добијених извлачењем обавезно појављују заобљења, то се дају координате тежишта за кружни лук (сл. 6.31), као

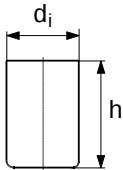
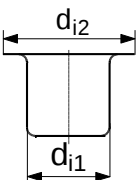
$$\begin{aligned} x_c &= a + \rho_c \cos \beta = a + \frac{2\rho \sin \frac{\alpha}{2}}{\alpha} \cos \beta \\ y_c &= b + \rho_c \sin \beta = b + \frac{2\rho \sin \frac{\alpha}{2}}{\alpha} \sin \beta \end{aligned} \quad (6.111)$$



Слика 6.31 Тежиште кружног лука

Таблица 6.6

Додаци за опсецање при извлачењу

Израдак	h_i [mm]	Додатак Δh [mm] за h_i / d_i			
		0,5 – 0,8	0,8 – 1,6	1,6 – 2,5	2,5 - 4
	10	1,0	1,2	1,5	2,0
	20	1,2	1,6	2,0	2,5
	50	2,0	2,5	3,3	4,0
	100	3,0	3,8	5,5	6,0
	150	4,0	5,0	6,0	8,0
	200	5,0	6,3	8,0	10,0
	250	6,0	7,5	9,0	11,0
	300	7,0	8,5	10,0	12,0
Израдак	d_{i2} [mm]	Додатак Δd [mm] за d_{i2} / d_{i1}			
		1,5	1,5 - 2	2 - 2,5	2,5 - 3
	25	1,6	1,4	1,5	1,0
	50	2,5	2,0	1,8	1,6
	100	3,5	3,0	2,5	2,2
	150	4,3	3,6	3,0	2,5
	200	5,0	4,2	3,5	2,7
	250	5,5	4,6	3,8	2,8
	300	6,0	5,0	4,0	3,0

Деформациона сила и деформациони рад

Потребна деформациона сила треба да савлада све отпоре који се појављују при извлачењу. То су:

- отпор при бочном сабијању, који се појављује при преласку прстенастог дела у цилиндрични омотач,
- отпор трења између лима и држача лима и лима и прстена за извлачење,
- отпор трења око заобљења прстена за извлачење, и
- отпор савијања лима око заобљења прстена за извлачење.

Отпор при бочном сабијању добија се као производ радијалног напона и површине пресека лима на ивици прстена за извлачење, па је с обзиром на јед. (6.123)

$$F_1 = 2 \pi r s \sigma_{\rho(\rho=r)} = 2,2 \pi r s k_m \ln \frac{R}{r} \quad (6.126)$$

Отпор трења између лима и држача лима и лима и прстена за извлачење, који се појављује при радијалном повлачењу обода обратка, одређује се, ако постоји држач лима, преко

$$F_2 = 2 \mu_0 F_d \quad (6.127)$$

где је μ_0 - коефицијент трења који зависи од материјала лима и подмазивања. Препоручене вредности овог коефицијента дате су у табlici 6.7.

Таблица 6.7

Препоручене вредности коефицијента трења μ_0

Услови извлачења	Челик	Алумин.	Дурал.
Без подмазивања	0,19	0,25	0,22
Подмазивање минералним уљима	0,15	0,15	0,16
Подмазивање графитним мастима	0,08	0,10	0,09

Држач лима је потребан при извлачењу тањих лимова и за мање степене деформација, односно за

$$\frac{s}{D_0} 100 \leq 2\% \text{ и } m = \frac{d}{D_0} \leq 0,6 \quad (6.128)$$

Потребна сила држача лима одређује се према

$$F_d = (A_0 - A)p \text{ [N]} \quad (6.129)$$

где су $A_0 = \frac{\pi D_0^2}{4}$ и $A = \frac{\pi(d+2r_p+s)^2}{4}$ и где је p - притисак држача лима, који се приближно одређује према формули

$$p = \frac{2 \div 3}{1000} \left[\left(\frac{D_0}{d-s} - 1 \right)^3 + \frac{d-s}{200s} \right] \sigma_M \text{ [МПа]} \quad (6.130)$$

а где је $\sigma_M \text{ [N/mm}^2\text{]}$ - затезна чврстоћа материјала лима.

Отпори F_1 , и F_2 делују у хоризонталној равни и континуално су распоређени по обиму обода обратка. Тако је

$$F_0 = F_1 + F_2 \quad (6.131)$$

Пораст отпора извлачења због трења око заобљења прстена износи

$$F_3 = F_0' - F_0 = F_0 (e^{\mu \frac{\pi}{2}} - 1) \quad (6.134)$$

где је F_0 дато преко (6.131), а може се узети да је $\mu \cong \mu_0$.

Отпор савијања лима око ивице прстена за извлачење одређује се преко формуле

$$F_4 = 2\pi r s^2 \frac{k_f}{2r_p + s} \quad (6.135)$$

где се специфични деформациони отпор при савијању k_f одређује за деформацију φ_r , а може се узети да је $k_f \cong k_m$. Отпор F_4 се најчешће занемарује, изузев за веће дебљине лимова и мање полупречнике заобљења.

Коначно, потребна сила извлачења добија се као

$$F = \Sigma F_i = (2,2\pi r s k_m \ln \frac{R}{r} + 2\mu_0 F_d) e^{\mu \frac{\pi}{2}} + 2\pi r s^2 \frac{k_m}{2r_p + s} \quad (6.136)$$

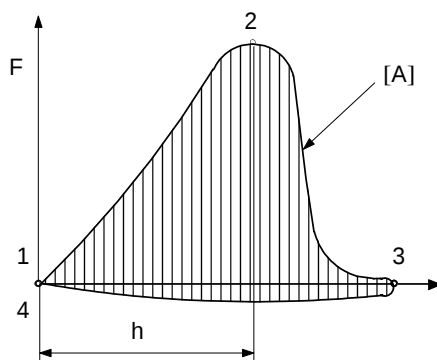
Деформациони рад при извлачењу је представљен површином испод криве силе, тј.

$$W = \int_0^h F dh = [A]_0^h \quad (6.137)$$

Таблица 6.8

Средњи специфични деформациони отпор k_m [N/mm²]

Материјал	Деформација ψ %									
	1	5	10	15	20	30	40	50	60	80
Алуминијум	40	110	120	130	140	160	170	180	190	200
Бакар	50	110	190	230	260	300	330	350	370	400
Č.0545	420	600	700	750	790	830	870	900	920	930
Č.0445	320	450	580	620	670	720	770	800	830	870
Челик велике истегљивости $\sigma_m \leq 380$ N/mm ²	220	280	340	400	420	480	520	540	580	610



Сл. 6.38

Зависност силе извлачења од хода извлакача

Дијаграм силе извлачења може се конструисати тако што се сила према формули (6.108) рачуна за различите ходове извлачења. Међутим, деформациони рад се може приближно одредити и преко

$$W \cong \eta Fh \quad (6.138)$$

где је F -сила извлачења одређена преко једн. (6.136) за ход извлачења h и где је η - степен пуноће правоугаоника F - h са шрафираном површином, који зависи од степена извлачења и може се одредити према

$$\eta = 1,16 - 0,65m \quad (6.139)$$

Број операција извлачења

$$n=1+\frac{\log d_n - \log m_1 D_0}{\log m_2} \quad (6.140)$$

У табlici 6.9 дате су препоручене вредности за приближно одређивање броја операција у зависности од односа висине и пречника изратка [8].

Таблица 6.9

Препоручене вредности за потребан број операција

Број операција	Релативна дубина извлачења (h_i / d_n) при релативној дебљини лима (s / D_0)·100%				
	2 - 1,5	1,5 - 1	1 - 0,5	0,5 - 0,2	0,2 - 0,06
1	0,94 - 0,77	0,84 - 0,66	0,7 - 0,57	0,6 - 0,5	0,52 - 0,45
2	1,88 - 1,54	1,60 - 1,32	1,36 - 1,10	1,13 - 0,94	0,96 - 0,83
3	3,5 - 2,7	2,8 - 2,2	2,3 - 1,8	1,9 - 1,5	1,6 - 1,3
4	5,6 - 4,3	4,3 - 3,5	3,6 - 2,9	2,9 - 2,4	2,4 - 2,0
5	8,9 - 6,6	6,6 - 5,1	5,2 - 4,1	4,1 - 3,3	3,3 - 2,7

Коначно, за групу материјала у табlici 6.10 дате су препоручене вредности за избор вредности степена извлачења за прву и даље операције извлачења.

Таблица 6.10

Препоручене вредности степена извлачења

m_i	Релативна дебљина лима $\frac{s}{D_0} \cdot 100\%$					
	2-1,5	1,5-1,0	1,0-0,6	0,6-0,3	0,3-0,15	0,15-0,08
m_1	0,48-0,50	0,50-0,53	0,53-0,55	0,55-0,58	0,58-0,6	0,60-0,63
m_2	0,73-0,75	0,75-0,76	0,76-0,78	0,78-0,79	0,79-0,80	0,80-0,82
m_3	0,75-0,78	0,78-0,79	0,79-0,80	0,81-0,82	0,81-0,82	0,82-0,84
m_4	0,78-0,80	0,8-0,81	0,81-0,82	0,82-0,83	0,83-0,85	0,85-0,86
m_5	0,80-0,82	0,82-0,84	0,84-0,85	0,85-0,86	0,86-0,87	0,87-0,88

Напомена: Наведене вредности се односе на челични лим за дубоко извлачење и месингани лим.