

Tabela T.7.1. Osnovne karakteristike kofica elevatora

Tip kofice	Oznaka	Dimenzije kofice				Zapremina i_0 [dm ³]
		Širina B [mm]	Dubina A [mm]	Visina H [mm]	Radijus zaobljenja dna r [mm]	
Duboka	D	100	78	80	25	0,2
		125	90	95	30	0,4
		160	105	110	35	0,6
		200	125	135	40	1,3
		250	140	150	45	2,0
		320	175	190	55	4,0
		400	195	210	60	6,3
		500	235	255	75	12,0
		650	250	265	85	16,8
Plitka	P	100	50	65	25	0,1
		125	65	85	30	0,2
		160	75	100	35	0,35
		200	95	130	40	0,75
		250	120	160	55	1,4
		320	145	190	70	2,7
		400	170	220	85	4,2
		500	195	250	100	6,8
		650	225	285	115	11,5
Oštrougla	O	160	105	155	-	0,65
		200	125	195	-	1,3
		250	140	195	-	2,0
		320	165	245	-	4,0
		400	225	310	-	7,8
Zaobljena oštrougla	Z	320	165	235	60	6,4
		400	215	305	80	14,0
		500	270	385	100	28,0
		650	340	485	125	90,0
		800	435	615	160	118,0
		1000	435	615	160	148,0

Provera dubine kofice pri transportu komadnih materijala:

$$A_{min} > k_k a_{max} \text{ [mm]} \dots (7.1),$$

gde je:

- A_{min} - minimalna dubina kofice,
- a_{max} – maksimalna dimenzija komada koji se transportuje,
- k_k – koeficijent krupnoće komada granulometrijskog sastava

Tabela T.7.1,a. Koeficijent krupnoće komada granulometrijskog sastava u zavisnosti od sortiranosti materijala

Sortiranost materijala	Koeficijent krupnoće komada granulometrijskog sastava - k_k
Nesortirani materijal	2 ÷ 2,5
Sortirani materijal	4 ÷ 5

Širina trake je za 25 ÷ 150 mm veća od širine kofice.

Kod elevatora većih kapaciteta transporta i pri transportu materijala čija temperatura prelazi 60 °C upotrebljavaju se lanci kao vučni elementi.

Tabela T.7.2. Osnovni parametri i prečnici doboša kofičastih elevatora

Tip	Širina kofice	Korak kofice	Širina trake ili remena [mm]		Prečnik pogonskog doboša	Brzina kretanja kofica	Kapacitet
	B [mm]	t _k [mm]	Prioritet pri izboru	Ređe birati	[mm]	[m/s]	[m ³ /h]
TD-100	100	200	125	-	250	1,00 ÷ 2,00	3,2
TD-125	125	320	160	150	320		4
TD-160	160		200	-	400		5
TD-200	200	400	250	-			10
TD-250	250		300	315	500	1,25 ÷ 2,50	16
TD-320	320	500	370	400			25
TD-400	400		450	500	630	1,25 ÷ 2,50	40
TD-500	500	630	550	600			63
TD-650	650		700	-			100
TP-100	100	200	125	-			250
TP-125	125	320	160	150	320	2	
TP-160	160		200	-	400	3,2	
TP-200	200	400	250	-	400	5	
TP-250	250		300	315	500	1,25 ÷ 2,50	10
TP-320	320	500	370	400			16
TP-400	400		450	500	630	1,25 ÷ 2,50	25
TP-500	500	630	550	600			40
TP-650	650		700	-			63
TO-160	160	160	200	-			400
TO-200	200	200	250	-	10		
TO-250	250	200	300	315	500	0,40 ÷ 0,63	16
TO-320	320	250	370	400			25
TO-400	400	320	450	500	630	40	

Napomena: TD – elevator sa Trakom i Dubokom koficom
 TP – elevator sa Trakom i Plitkom koficom
 TO – elevator sa Trakom i Oštrouglom koficom

Tabela T.7.3. Neki parametri kofičastih elevatora sa lancima

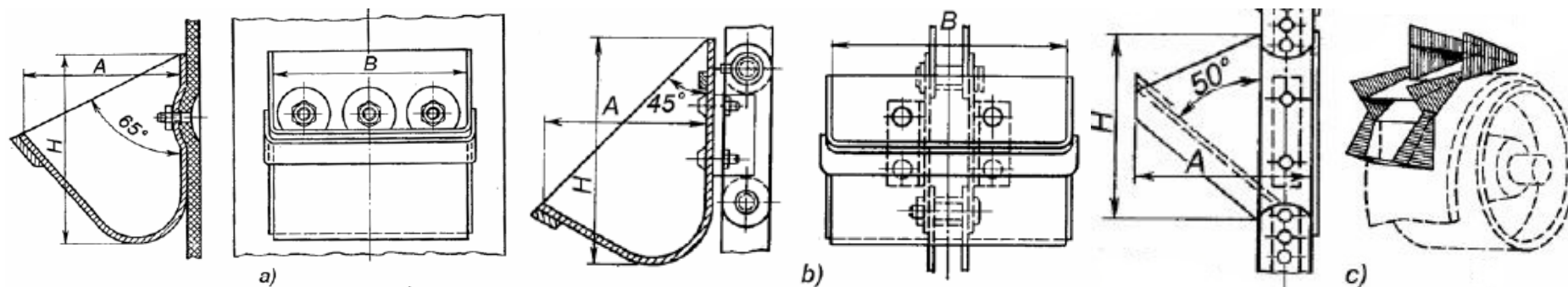
Tip	Širina kofice	Korak kofice	Broj lanaca		Brzina kretanja kofica	Kapacitet	
	B [mm]	t _k [mm]	Lamelni	Zavareni	[m/s]	[m ³ /h]	
LD-100	100	200	1	-	1,00 ÷ 2,00	3,2	
LD-125	125	320				2	4
LD-160	160						5
LD-200	200	10					
LD-250	250	500	-	1,25 ÷ 2,50	16		
LD-320	320				25		
LD-400	400	40					
LD-500	500	63					
LD-650	650	100					
LP-100	100	200	1	-	1,00 ÷ 2,00	1,6	
LP-125	125	320				2	2
LP-160	160						3,2
LP-200	200	400					5
LP-250	250	500	-	1,25 ÷ 2,50	10		
LP-320	320				16		
LP-400	400	25					
LP-500	500	40					
LP-650	650	63					
LO-160	160	160	1	-	0,40 ÷ 0,63	6,3	
LO-200	200	200				2	10
LO-250	250						16
LO-320	320	250					25
LO-400	400	320	-	0,40 ÷ 0,63	40		
LZ-320	320	250			2	40	
LZ-400	400	320				63	
LZ-500	500	400				100	
LZ-650	650	500	630	160			
LZ-800	800	250		250			
LZ-1000	1000	320		320			

Napomena: LD – elevator sa Lancem i Dubokom koficom
 LP – elevator sa Lancem i Plitkom koficom
 LO – elevator sa Lancem i Oštrouglom koficom
 LZ – elevator sa Lancem i oštrouglom Zaobljenom koficom

Izbor tipa elevatora, kofica i brzine transporta u zavisnosti od karakteristika materijala koji se transportuje, vrše se saglasno preporukama datim u tablici T.7.4.

Tabela T.7.4. Izbor tipa elevatora, kofica i brzine transporta u zavisnosti od karakteristika materijala koji se transportuje

Karakteristike nasipnih materijala	Primeri karakterističnih materijala	Preporučeni tip elevatora	Tip kofica	Koeficijent punjenja ψ	Brzina v [m/s]	
					Traka	Lanac
Prašinski, suvi	Ugljena prašina	Sporohodi sa gravitacionim pražnjenjem	D	0,85	-	0,63÷0,80
	Cement, fosforno brašno	Brzohodi sa centrifugalnim pražnjenjem	D	0,80	1,25÷2,00	-
	Prehrambeni proizvodi od mlevenog zrna (brašna)	Brzohodi sa kombinovanim pražnjenjem	P	0,85	1,00÷1,40	-
Prašinski i zrnasti, vlažni, slabo pokretljivi	Zemlja, pesak, brašno	Brzohodi sa centrifugalnim pražnjenjem	P	0,60	1,00÷2,00	0,80÷2,00
Zrnasti, sitnokomadni, malo abrazivni	Drvni opiljci, suva glina, treset rezani, mrki ugalj	Brzohodi sa centrifugalnim pražnjenjem	D	0,80	1,25÷2,00	1,00÷1,60
	Krečni mulj, čađ, gar	Sporohodi sa slobodnim pražnjenjem	D	0,80 (bočna veza sa lancima)	-	0,40÷1,60
Zrnasti, sitnokomadni, abrazivni	Šljunak, ruda, šljaka	Sporohodi sa slobodnim pražnjenjem	Z, S	0,80	0,40÷0,80	0,40÷0,63
	Pesak, zemlja, pepeo	Brzohodi sa centrifugalnim pražnjenjem	D	0,80	1,00÷2,00	-
Srednji i krupnokomadni ($a' \geq 60$ mm), malo abrazivni	Kameni ugalj	Sporohodi sa slobodnim pražnjenjem	Z, S	0,60÷0,80	-	0,40÷0,63
	Komadni treset	Brzohodi sa centrifugalnim pražnjenjem	D	0,60÷0,70	-	0,80÷1,60
Srednje i krupnokomadni ($a' \geq 60$ mm), veoma abrazivni	Kamen, ruda, šljaka	Sporohodi sa slobodnim pražnjenjem	Z, S	0,60÷0,80	-	0,40÷0,63
Krupnokomadni (koji se ne drobe u transportu)	Koks, ćumur (drveni ugalj)	Sporohodi sa slobodnim pražnjenjem	Z, S	0,60	0,40÷0,63	0,40÷0,63



Slika 7.3 Oblici kofica: a) duboke, b) plitke, c) oštrougla

Tabela T.7.5. Korak lamelnih lanaca (t_L) i broj zuba pogonskih i zateznih lančanika elevatora sa kolicama (z) u zavisnosti od koraka kofica

Položaj kofice na lancu	Korak kofice	Korak lanca	Broj zuba pogonskog lančanika	Broj zuba zateznog lančanika
Rastavljene	200	100	13	10
	320	160	8	6
	400	100	16	13
		200	8	6
	500	125	16	10
		250	6	6
	630	315	6	6
	800	200	12	10
400		6	6	
Sastavljene	160	160	8	6
	200	200	8	6
	250	250	12	12
	320	160	16	12
		320	8	6
	400	200	12	12
		400	6	6

Hod zateznog uređaja elevatora sa lancima definiše se, kao i kod pločastih transporterata, preko koraka lanca:

$$X = (1,5 \div 3)t_L \text{ [mm]} \quad \dots \quad (3.9)$$

Hod zateznog uređaja elevatora sa trakom kreće se u granicama 0,03 ÷ 0,05 od dužine transporta.

Tabela T.7.6. Zavisnosti zapremine i koraka kofica

Tip kofica								Korak kofica t_k [mm]
Duboke		Plitke		Oštrougle		Zaobljene		
i_p^*	i_o^{**}	i_p	i_o	i_p	i_o	i_p	i_o	
-	-	-	-	4,06	0,65	-	-	160
1	0,20	0,50	0,10	6,50	1,30	-	-	200
-	-	-	-	10	2	-	-	200
-	-	-	-	16	4	25,60	6,40	250
1,30	0,40	0,66	0,20	24,40	7,80	43,70	14	320
2	0,60	1,17	0,35	-	-	-	-	320
3,24	1,30	1,87	0,75	40	16	70	28	400
5	2	3,50	1,40	-	-	-	-	400
8	4	5,40	2,70	-	-	120	60	500
12,60	6,30	8,40	4,20	-	-	-	-	500
19	12	-	-	-	-	187	118	630
-	-	-	-	-	-	235	148	630

* pogonska masa kofice u dm^3/m
 ** zapremina kofice u dm^3

Pogonska zapremina elevatora (i_p) definiše se kao:

$$i_p = \frac{i_o}{t_k} \text{ [dm}^3/\text{m]} \quad \dots \quad (7.2),$$

gde je t_k [m] - korak kofica.

Pogonska masa tereta:

$$q_G = i_p \psi \rho \text{ [kg/m]} \quad \dots \quad (7.3),$$

gde je:

- ψ - koeficijent punjenja kofica [T.7.4],
- ρ [kg/m^3] - gustina materijala.

Pogonska masa pokretnih delova elevatora se sastoji iz pogonske mase vučnog elementa (traka ili lanac) i pogonske mase kofice:

$$q_E = q_T + q_{KOF} \quad [\text{kg/m}] \quad - \quad \text{sa trakom} \quad \dots \quad (7.4),$$

$$q_E = q_L + q_{KOF} \quad [\text{kg/m}] \quad - \quad \text{sa lancem} \quad \dots \quad (7.5),$$

gde je:

- q_T [kg/m] - pogonska masa trake ($q_T = \rho B \delta$),
- q_L [kg/m] - pogonska masa lanca,
- q_{KOF} [kg/m] - pogonska masa kofice,

$$q_{KOF} = \frac{m_{KOF}}{t_k} k_k \quad [\text{kg/m}] \quad \dots \quad (7.6),$$

gde je:

- m_{KOF} [kg] - masa kofice [T.7.7],
- t_k [m] - korak kofica,
- k_k - koeficijent uvećanja mase kofica zbog uticaja elemenata za vezu ($k_k \approx 1,14$)

Tabela T.7.7. Masa kofice (m_{kof}) u zavisnosti od širine, debljine zida i tipa kofice

Širina kofice [mm]	Debljina zida kofice [mm]	Masa kofice m_{kof} [kg]			
		Tip kofice			
		D	P	Z	O
160	2	0,9	0,7	1,2	-
250	3	3,0	2,0	3,0	-
320	3	4,4	4,1	4,4	-
400	4	9,0	9,0	9,5	15,3
500	4	-	-	14,7	24,7
650	5	-	-	-	45,5

Za približno određivanje pogonske mase pokretnih delova elevatora može se koristiti obrazac:

$$q_E \approx k_E Q \quad [\text{kg/m}] \quad \dots \quad (7.7),$$

gde je:

- k_E - koeficijent pogonske mase [T.7.8],
- Q [t/h] - kapacitet transporta.

Tabela T.7.8. Koeficijent pogonske mase (k_E) u zavisnosti od širine, debljine zida i tipa kofice

Q [t/h]	Vrednost koeficijenta k_E					
	Tip elevatora					
	Trakasti		Sa jednim lancem		Sa dva lanca	
	D, P	Z	D, P	Z	D, P	Z, O
< 10	0,60	-	1,10	-	-	-
10÷25	0,50	-	0,80	1,10	1,20	-
25÷50	0,45	0,60	0,60	0,85	1,00	-
50÷100	0,40	0,55	0,50	0,70	0,80	1,10
> 100	0,35	0,50	-	-	0,60	0,90

Na materijal u kofici, pri pravolinijskom kretanju odozdo na gore, deluje sila težine:

$$P = mg \quad [\text{N}] \quad \dots \quad (7.8)$$

Pri nailasku kofice na pogonski doboš (ili lančanik), pored sile teže, na materijal deluje i centrifugalna sila (sl.7.5):

$$F_c = m \frac{v_0^2}{r} \quad [\text{N}] \quad \dots \quad (7.9),$$

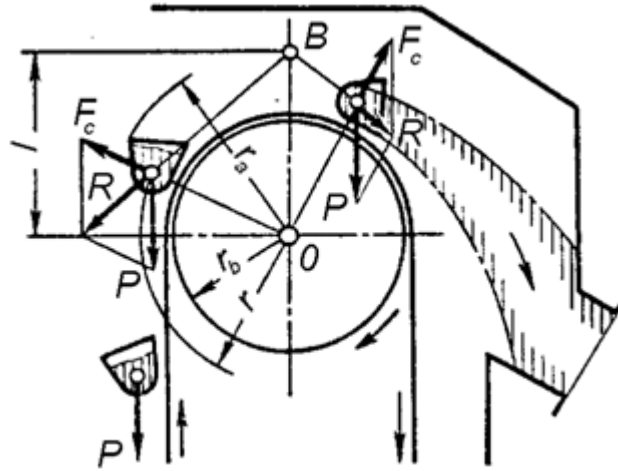
gde je:

- m [kg] - masa materijala u kofici,
- v_0 [m/s] - brzina kofice sa materijalom,
- r [m] - poluprečnik obrtanja (rastojanje težišta kofice sa materijalom od ose obrtanja doboša)

Rastojanje pola (tačka B) od ose obrtanja pogonskog doboša:

$$l = \frac{gr^2}{v_0^2} = \frac{895}{n^2} \quad [\text{m}] \quad \dots \quad (7.10),$$

gde je n [min^{-1}] - učestanost obrtanja pogonskog doboša.



Slika 7.5 Šema sila pri okretanju kofica elevatora

Na osnovu rezultata istraživanja, koji se navode u literaturi, mogu se definisati načini pražnjenja kofica elevatora:

- centrifugalno $l \leq r_{dob}$,
- gravitaciono $l > r_{dob}$,
- kombinovano $r_b < l < r_a$.

Prečnik pogonskog doboša (lančanika) se usvaja u zavisnosti od načina pražnjenja i brzine transporta:

- za brzohode elevatore sa centrifugalnim pražnjenjem (Sl. 7.6,a):

$$D_d \leq 0,204v^2 \quad [\text{m}] \quad \dots \quad (7.11)$$

- za brzohode elevatore sa kombinovanim pražnjenjem (Sl. 7.6,c):

$$D_d = 0,245v^2 \quad [\text{m}] \quad \dots \quad (7.12)$$

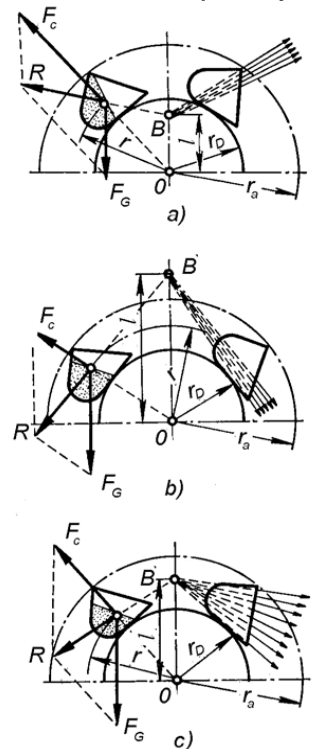
- za srednje brzine elevatora sa kombinovanim pražnjenjem:

$$D_d = 0,306v^2 \quad [\text{m}] \quad \dots \quad (7.13)$$

- za sporohode elevatore sa gravitacionim pražnjenjem (Sl. 7.6,b):

$$D_d \geq 0,6v^2 \quad [\text{m}] \quad \dots \quad (7.14),$$

pri čemu je v [m/s] - brzina vučnog elementa elevatora.



Slika 7.6 Sheme pražnjenja kofica

Tabela T.7.9. Koeficijent otpora punjenju kofica (k_p)

Osobine materijala	Тракасти и са једним ланцем					Са два ланца				
	Brzina kretanja kofica [m/s]									
	0,50	0,75	1,00	1,25	1,60	0,50	0,75	1,00	1,25	1,60
Prašinasti, zrnasti i sitnozrni	1,5	2	2	2,5	3	1	1,2	1,3	1,5	2
Srednje i krupno komadni	2,5	3	3	4	5	1,5	1,7	1,7	2,5	3

Prethodni proračun elevatora:

Ako je zadat kapacitet transporta Q [t/h], pogonska zapremina kofice se određuje kao:

$$i_p = \frac{Q}{3,6v\psi\rho} \quad [\text{dm}^3/\text{m}] \quad \dots \quad (7.15),$$

gde je:

- v [m/s] - brzina kretanja kofice (T.7.4),
- ψ - koeficijent punjenja kofica (T.7.4),
- ρ [t/m³] - gustina materijala (T.1.3).

Zapremina kofice se određuje iz formule (7.2).

Potrebna snaga na pogonskom vratilu elevatora je:

$$P = \frac{QgH}{3600} \left(1 + \frac{k_p}{H} \right) \quad [\text{kW}] \quad \dots \quad (7.16),$$

gde je:

- H [m] - visina dizanja materijala,
- k_p - koeficijent otpora pri punjenju kofica (T.7.9)

Obimna sila na pogonskom dobošu:

$$F_o = 1000 \frac{P}{v} \quad [\text{N}] \quad \dots \quad (7.17),$$

Maksimalna sila zatezanja, na osnovu koje se može izvršiti približni izbor trake, određuje se iz izraza:

$$F_{max} = F_o \frac{e^{\mu\alpha}}{e^{\mu\alpha} - 1} \quad [\text{N}] \quad \dots \quad (7.18),$$

gde je:

- μ - koeficijent trenja između trake i doboša (T.2.16),
- α [°] - ugao obuhvata trake oko pogonskog doboša.

Potreban broj vučnih slojeva trake:

$$z > \frac{F_{max}}{k_r B k_o} \quad \dots \quad (7.19),$$

gde je:

- F_{max} [N] - maksimalna sila zatezanja trake,
- k_r [N/mm] - dozvoljeno opterećenje sloja gumene trake, izraz (2.3),
- B [m] - širina trake,
- k_o - koeficijent slabljenja trake zbog otvora za vezu kofica, $k_o \approx 0,9$.

Izračunati broj vučnih slojeva mora da zadovolji i uslov:

$$z \leq 10D_d \quad \dots \quad (7.20),$$

gde je D_d [m] - prečnik pogonskog doboša, izrazi (7.11÷7.14).

Kod elevatora sa lancem, sila kidanja lanca, na osnovu koje se može izvršiti približni izbor lanca je:

$$F_k = (15 \div 17,5) F_o \quad [\text{N}] \quad \dots \quad (7.21),$$

gde je F_o [N] - obimna sila na pogonskom lančaniku.

Tačan proračun elevatora:

Tok proračuna elevatora sa trakom i lancem je identičan kao i za trakaste i pločaste transportere. Sprovodi se metodom obilaska po konturi, pri čemu je potrebno odrediti opterećenja koja su karakteristična za elevatore. To su:

a) minimalna sila zatezanja:

$$F_{min} \approx 0,1F_o > 1000 \text{ [N]} - \text{ za elevator sa trakom} \quad \dots \quad (7.23),$$

$$500 \leq F_{min} \leq 5gq_G \text{ [N]} - \text{ za elevator sa lancem} \quad \dots \quad (7.24),$$

gde je q_G [kg/m] - pogonska masa materijala (videti izraz 1.9).

b) otpor pri punjenju kofice:

$$W_p = q_G g k_p \text{ [N]} \quad \dots \quad (7.25),$$

gde je k_p - koeficijent otpora punjenju kofice (T.7.9).

Elevator sa nosačima konzolnog tipa:

Proračun sile zatezanja u karakterističnim tačkama vučnog lanca se vrši metodom obilaska po konturi i u mnogome je sličan sa proračunom elevatora sa koficama. Razlika je u dopunskom otporu koji se javlja zbog konzolnog položaja nosača i tereta (sl.7.8). Normalna sila pritiska točkiće lanaca, za slučaj da se težište tereta i konzolnog nosača poklapaju, u radnoj (opterećenoj) i neradnoj (rasterećenoj) grani je:

$$N_G > \frac{g(m_G + m_n)l}{h_n} \text{ [N]} \quad \dots \quad (7.26),$$

$$N_0 > \frac{gm_n l}{h_n} \text{ [N]} \quad \dots \quad (7.27),$$

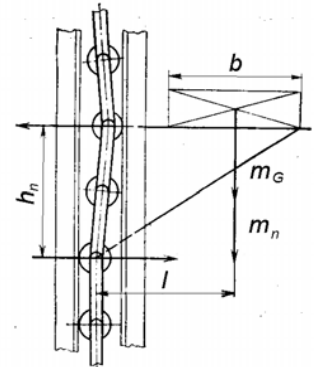
gde je:

- m_G [kg] - masa tereta koji se diže,
- m_n [kg] - masa nosača ($m_n \approx 0,3m_G$),
- l [m] - rastojanje težišta tereta i nosača od ose lanca,

$$l = 0,5b + 0,05 \div 0,1 \text{ [m]},$$

$$b \text{ [m]} - \text{ širina tereta,}$$

- h_n [m] - rastojanje između tačaka oslanjanja konzolnog nosača sa lancem.



Slika 7.8 Proračunska shema dodatnih otpora

Dopunski otpor na opterećenoj grani od jednog nosača sa teretom je:

$$W_{dop,G} = \frac{2N_G}{3} = \frac{2g(m_G + m_n)l}{3h_n} \text{ [N]} \quad \dots \quad (7.28)$$

a na neradnoj grani:

$$W_{dop,0} = \frac{2N_0}{3} = \frac{2gm_n l}{3h_n} \text{ [N]} \quad \dots \quad (7.29),$$

pri čemu je ω - koeficijent otpora pri kretanju lanca (tablica T.3.11).

Minimalna sila zatezanja lanca se usvaja u granicama:

$$F_{min} = 1000 \div 2000 \text{ [N]} \quad \dots \quad (7.30)$$

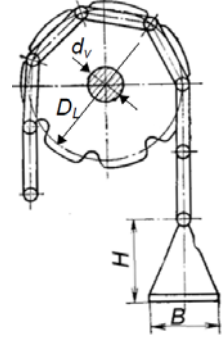
Elevator sa visećim nosačima:

Metodologija proračuna je slična sa proračunima prethodnih elevatora. Kod ovih elevatora se mora izvršiti provera prolaska visećeg nosača preko pogonskog lančanika (sl.7.10), pri čemu mora biti ispunjen uslov:

$$\frac{D_L - d_v}{2} > \sqrt{H^2 + \left(\frac{B}{2}\right)^2} \quad [\text{m}] \quad \dots \quad (7.31),$$

gde je:

- D_L [m] - prečnik lančanika,
- d_v [m] - prečnik vratila lančanika,
- H [m] - visina nosača,
- B [m] - širina nosača.



Slika 7.10 Shema za proveru prolaza visećeg nosača

Brzina kretanja ovih elevatora se usvaja od 0,01 do 0,2 m/s i zavisi od načina punjenja i pražnjenja, a za proračun zatezne i vučne sile koristi se metoda obilaska po konturi.

Za razliku od prethodnih elevatora, potrebno je odrediti pogonsku masu pokretnih delova elevatora:

$$q_E = 2q_L + q_n \quad [\text{kg/m}] \quad \dots \quad (7.32),$$

gde je:

- q_n [kg/m] - pogonska masa visećeg nosača:

$$q_n = \frac{m_n}{t_n},$$

m_n [kg] - masa nosača, $m_n = (0,25 \div 0,50)m_G$,

m_G [kg] - masa tereta,

- t_n [m] - korak nosača.

Minimalna sila zatezanja lanca se usvaja u granicama:

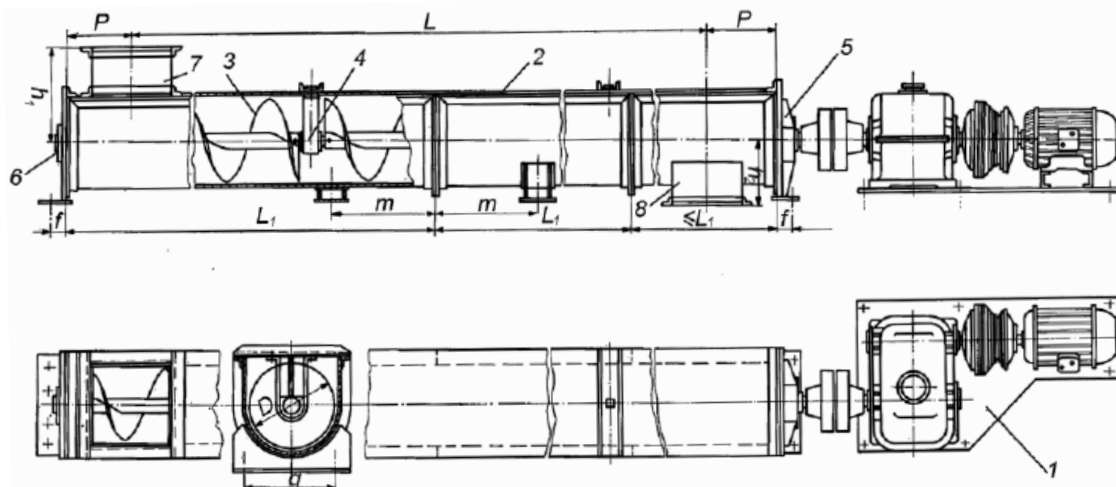
$$F_{min} = 1000 \div 2000 \quad [\text{N}] \quad \dots \quad (7.33)$$

Zavojni (pužni) transporteri

Kapacitet transporta im je od 20 do 100 m³/h, ređe do 500 m³/h, a dužina transporta do 60 m. Primenuju se za horizontalno premeštanje materijala, ili pod uglom do 20°. Transport praškastih materijala sa ovim transporterima se može ostvariti i u vertikalnom pravcu.

Tabela T.8.1. Veličine koje definišu geometriju horizontalnih pužnih transporterera za različite prečnike puža (Slika 8.1)

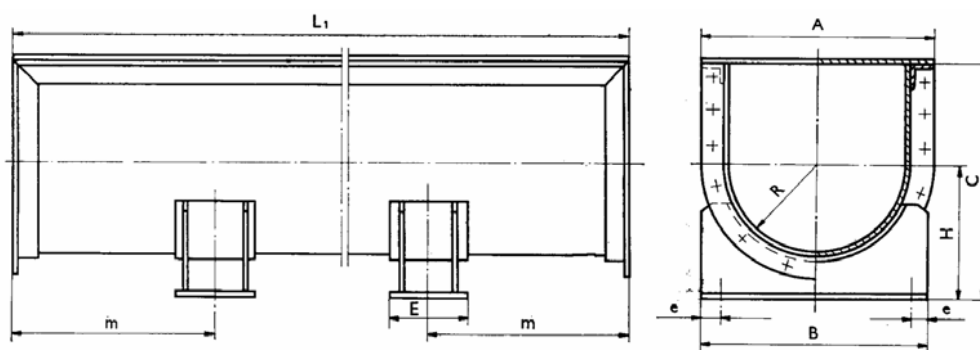
Prečnik puža D [mm]	Dimenzije [mm]						
	P	L ₁	h ₁	h ₂	m	f	g
150	140	3000	200	140	750	45	170
200	180	3000	250	170	750	55	230
250	210	3000	310	200	750	55	280
300	250	4000	380	250	1000	70	350
400	300	4000	460	320	1000	70	440
500	380	4000	550	400	1000	100	540



Slika 8.1 Pužni horizontalni transporter: 1) pogonski mehanizam, 2) korito sa poklopcem, 3) puž, 4) viseći ležaj, 5) krajnji ležaj - desni, 6) krajnji ležaj - levi, 7) levak za sipanje materijala, 8) otvor za pražnjenje

Tabela T.8.2. Osnovne dimenzije koje bliže određuju geometriju korita (Slika 8.2)

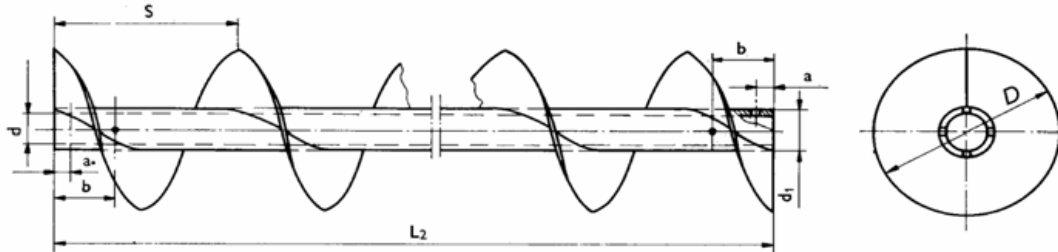
Prečnik puža D [mm]	Mere [mm]								
	L ₁	A	B	C	E	H	R	E	m _{max}
150	3000	204	200	207	70	117	79	15	750
200	3000	278	270	280	100	160	105	20	750
250	3000	328	320	325	100	185	130	20	750
300	4000	410	400	425	140	240	160	25	1000
400	4000	510	500	510	140	280	210	30	1000
500	4000	610	600	630	150	340	260	30	1000



Slika 8.2 Korito pužnog transporterera

Tabela T.8.3. Osnovne dimenzije puža (Slika 8.3)

Prečnik puža D [mm]	Mere [mm]					
	L_2	S	a	b	d	d_1
150	2700	150	15	55	31,2	42,4
200	2800	200	15	65	47,5	63,5
250	2750	250	15	65	47,5	63,5
300	2700	300	25	105	50	70
400	2800	400	25	105	62,5	82,5
500	3000	500	30	130	88	108



Slika 8.3 Puž sa punom zavojnicom

Rastojanje između oslonaca vratila puža se usvaja u granicama od 2,5 ÷ 3,3m. Prečnik i korak zavojnice se usvajaju prema preporukama iz tablice T.8.4.

Tabela T.8.4. Preporuke za usvajanje prečnika (D) i koraka (s) zavojnice.

Prečnik D [mm]	Korak s [mm]	Prečnik D [mm]	Korak s [mm]
100	80, 100	320	250, 320
125	100, 125	400	320, 400
160	125, 160	500	400, 500
200	160, 200	650	500, 650
250	200, 250	800	650, 800

Pri transportu komadnih materijala, prečnik zavojnice se proverava iz uslova:

$$D_{min} \geq k_k a_{max} \quad [\text{mm}] \quad \dots \quad (8.1),$$

gde je:

- k_k - koeficijent krupnoće komada:
 $k_k = 4$ - za nesortirane materijale,
 $k_k = 12$ - za sortirane materijale,
- a_{max} - najveća dimenzija komada materijala.

Tabela T.8.5. Učestanost obrtanja zavojnice (n_z^{max}) u zavisnosti od osobina materijala i veličine karakterističnog komada

Materijal	Dimenzije komada materijala [mm]	Dozvoljena učestanost obrtanja puža [min^{-1}]
Glina, brašno, suvi pesak, cement, kreč		50 ÷ 120
Glina suva, šljunak, krečnjak	< 60	40 ÷ 100
Glina suva, šljaka	> 60	40 ÷ 80
Pesak vlažni		40 ÷ 80
Beton, sirova glina, cementni rastvor		30 ÷ 60

Maksimalna učestanost obrtanja puža se određuje iz izraza:

$$n_z^{max} = \frac{k}{\sqrt{D}} \quad [\text{min}^{-1}] \quad \dots \quad (8.2),$$

gde je:

- D [m] - prečnik zavojnice,

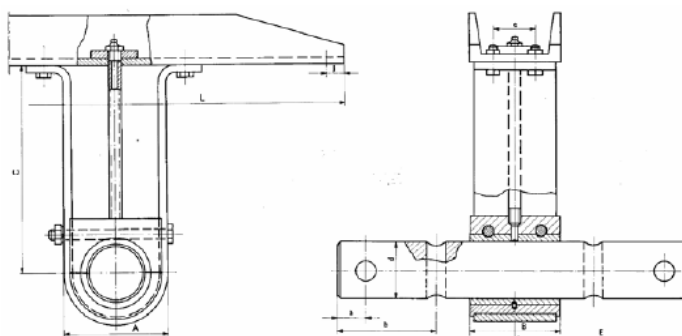
- k - koeficijent koji zavisi od osobina materijala u pogledu gustine i abrazivnosti [T.8.6]

Tabela T.8.6. Koeficijent (k) koji zavisi od gustine i abrazivnosti materijala.

Osobine materijala	Karakteristični predstavnici	k	ψ	ω
Laki, neabrazivni	Drveni opiljci	65	0,400	1,2
Laki, maloabrazivni	Brašno, azbest	50	0,320	1,6
Teški, maloabrazivni	Suva glina	45	0,250	2,5
Teški, abrazivni	Cement, pesak, šljaka, pepeo	30	0,125	4,0

Tabela T.8.7. Osnovne dimenzije visećih ležaja

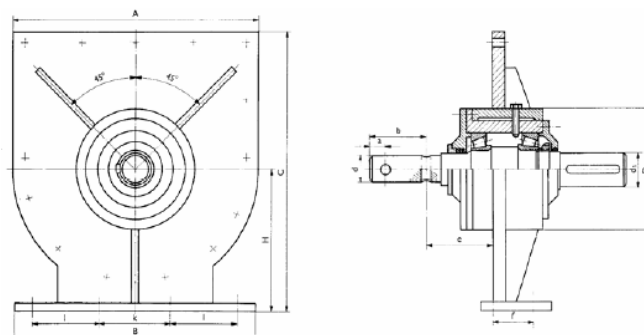
Prečnik puža D [mm]	Mere [mm]									
	L	A	B	C	E	a	b	e	j	d
150	204	60	55	93	92,5	10	50	30	8	31,2
200	278	78	70	123	120	15	65	40	14	47,5
250	328	78	70	143	120	15	65	40	14	47,5
300	410	92	80	188	175	25	105	40	18	50
400	510	116	80	234	175	25	105	40	18	62,5
500	610	137	100	294	225	30	130	60	18	88



Slika 8.5 Viseći ležaj sa osovinicom (viseći ležaji se postavljaju na mestima spajanja dve sekcije puža)

Tabela T.8.8. Osnovne dimenzije prednjeg radi-aksijalnog ležaja

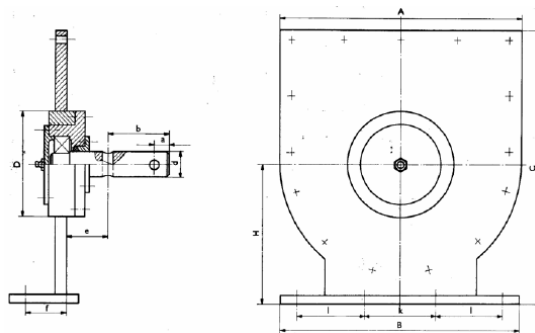
Mere [mm]	Prečnik puža D [mm]					
	150	200	250	300	400	500
A	204	278	328	410	510	610
B	200	270	320	400	500	600
C	227	310	355	465	550	670
D	108	154	154	198	198	264
H	117	160	185	240	280	340
a	10	15	15	25	25	30
b	50	65	65	105	105	130
e	57	87	87	108	108	160
f	45	55	55	70	70	100
k	56	78	94	114	148	180
l	57	76	93	113	146	180
d	31,2	47,5	47,5	50	62,5	88
d ₁	30	48	48	60	60	85



Slika 8.6 Radi-aksijalni (prednji) ležaj - prima aksijalnu silu

Tabela T.8.9. Osnovne dimenzije zadnjeg ležaja

Mere [mm]	Prečnik puža D [mm]					
	150	200	250	300	400	500
A	204	278	328	410	510	610
B	200	270	320	400	500	600
C	227	310	355	465	550	670
D	108	154	154	180	180	264
H	117	160	185	240	280	340
a	10	15	15	25	25	30
b	50	65	65	105	105	130
e	50	65	65	75	75	96
f	45	55	55	70	70	100
k	56	78	94	114	148	180
l	57	76	93	113	146	180
d	31,2	47,5	47,5	50	62,5	88



Slika 8.7 Zadnji ležaj

Proračun zavojnih transportera:

Za dati kapacitet Q [t/h], prečnik zavojnice se određuje kao:

$$D = 0,27 \sqrt[3]{\frac{Q}{k_D n_z \psi \rho k_\beta}} \quad [\text{m}] \quad \dots \quad (8.3),$$

gde je:

- k_D - koeficijent odnosa koraka zavojnice S i prečnika zavojnice D :
 $k_D = 0,8$ - za abrazivne materijale,
 $k_D = 1,0$ - za neabrazivne materijale,
- n_z [min⁻¹] - učestanost obrtanja zavojnice,
- ψ - koeficijent punjenja korita transportera [T.8.6],
- ρ [t/m³] - gustina materijala,
- k_β - koeficijent umanjenja kapaciteta u zavisnosti od ugla nagiba transportera [T.8.10]

Tabela T.8.10. Koeficijent smanjenja kapaciteta u zavisnosti od ugla nagiba transportera (k_β)

Ugao nagiba transportera β [°]	k_β
0	1,0
5	0,9
10	0,8
15	0,7
20	0,6

Prečnik zavojnice se standardizuje i proverava prema uslovu (8.1).

Potrebna snaga na pogonskom vratilu zavojnice:

$$P_0 = \frac{1}{3600} \omega g (L_h \pm H) \quad [\text{kW}] \quad \dots \quad (8.4),$$

gde je:

- L_h [m] - dužina horizontalne projekcije transportera,
- ω - koeficijent otpora pri premeštanju tereta [T.8.6],
- H [m] - visina dizanja (+) ili spuštanja (-) materijala.

Snaga pogonskog motora se određuje iz izraza:

$$P_{EM} = \frac{KP_0}{\eta} \quad [\text{kW}] \quad \dots \quad (8.5),$$

gde je:

- $K = 1,25$ - koeficijent ostalih uticaja,
- η - koeficijent korisnog dejstva pogonskog mehanizma.

Stvarni kapacitet je:

$$Q_s = 47D^2 S \psi n_{z,s} \rho k_\beta \quad [\text{t/h}] \quad \dots \quad (8.6),$$

gde je:

- S [m] - hod zavojnice:
 $S = t$ - kod jednodirnih zavojnica,
 $S = 2t$ - kod dvodirnih zavojnica,
- t - korak zavojnice.

Ako se stvarni kapacitet razlikuje od proračunskog za više od 10%, vrši se ponovni proračun.

Pogonski moment na vratilu puža je:

$$M_t = \frac{P_0}{\omega_z} \quad [\text{kNm}] \quad \dots \quad (8.7)$$

Aksijalna sila na vratilu puža je:

$$F_a = \frac{M_t}{\left(\frac{D}{2}k\right) \tan(\rho + \alpha)} \quad [\text{kN}] \quad \dots \quad (8.8),$$

gde je:

- $k = 0,7 \div 0,8$ - koeficijent koji definiše mesto dejstva sile,
- $\alpha = 14 \div 18^\circ$ - ugao zavojnice,
- ρ [°] - ugao trenja između materijala i zavojnice ($\mu = \tan \rho$)

Poprečna (radijalna) sila koja dejstvuje na vratilo puža između oslonaca je:

$$F_r = \frac{M_t}{\frac{D}{2}k} \cdot \frac{1}{L} \quad [\text{kN}] \quad \dots \quad (8.9),$$

gde je:

- l [m] - rastojanje oslonaca vratila puža,
- L [m] - ukupna dužina vratila zavojnice.

Vratilo puža je opterećeno na uvijanje od momenta (M_t), istežanje ili pritisak od aksijalne sile (F_a) i na savijanje od poprečne sile (F_r) i sopstvene težine puža. Ugib puža ne sme da pređe 40% zazora između zavojnice i korita, pri čemu se taj zazor kreće u granicama od 3÷8mm.

Vertikalni pužni transporter:

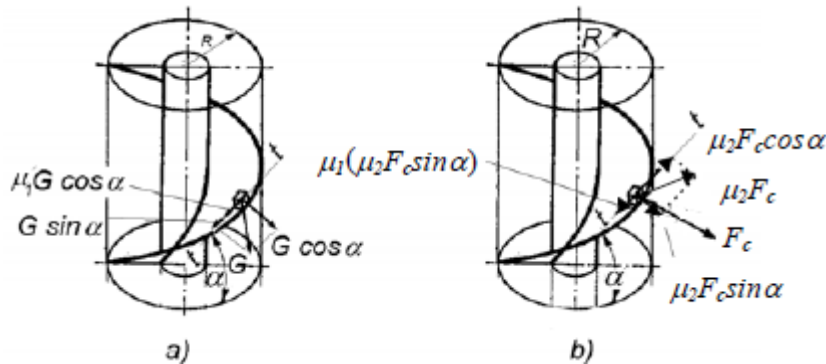
Transport praškastih i zrnastih materijala na visinu 15÷30 m.

Da bi se ostvarilo kretanje materijala uvis, vratilo vertikalnog puža mora da ima učestanost obrtanja koja je veća od kritične. Određuje se iz uslova ravnoteže sile koje dejstvuju na česticu materijala mase m u pravcu t-t (Slika 8.9):

1. Od sile težine G (sl. 8.9,a)
 - tangencijalna komponenta $G \sin \alpha$,
 - sila trenja $\mu_1 G \cos \alpha$.
2. Od centrifugalne sile F_c (sl. 8.9,b)
 - tangencijalna komponenta sile trenja $\mu_2 F_c \cos \alpha$,
 - sila trenja na zavojnici od normalne komponente sile trenja $\mu_1 \mu_2 F_c \sin \alpha$,

gde je:

- μ_1 - koeficijent trenja materijala o zavojnicu puža,
- μ_2 - koeficijent trenja materijala o zid vertikalne cevi transportera.



Slika 8.9 Proračunske sheme za određivanje kritične učestanosti obrtanja puža

$$\mu_2 F_c \cos \alpha - \mu_1 \mu_2 F_c \sin \alpha - G \sin \alpha - \mu_1 G \cos \alpha = 0 \quad \dots \quad (8.10)$$

Iz (8.10) sledi:

$$\omega_{kr} = \sqrt{\frac{g(\mu_1 \cos \alpha + \sin \alpha)}{\mu_2 R (\cos \alpha - \mu_1 \sin \alpha)}} = \sqrt{\frac{g}{\mu_2 R} \operatorname{tg}(\alpha + \rho)} \quad [\text{s}^{-1}] \quad \dots \quad (8.11)$$

Zamenom $\omega_{kr} = \frac{\pi n_{kr}}{30}$ u izraz (8.11), dobija se:

$$n_{kr} = \frac{30}{\pi} \sqrt{\frac{g}{\mu_2 R} \operatorname{tg}(\alpha + \rho)} \quad [\text{min}^{-1}] \quad \dots \quad (8.12)$$

Ako je $n > n_{kr}$, materijal će se kretati naviše duž zavojnice puža.

Doboši sa unutrašnjom zavojnicom:

Brzina transportovanja materijala je:

$$v = \frac{t \cdot n}{30} \quad [\text{m/s}] \quad \dots \quad (8.13),$$

gde je:

- t [m] - korak zavojnice; $t \approx 0,5D$,
- n [min^{-1}] - učestanost obrtanja doboša.

Kapacitet transporta se definiše izrazom (8.6) pri čemu se koeficijent punjenja ψ usvaja prema tablici T.8.11.

Tabela T.8.11. Koeficijent smanjenja kapaciteta u zavisnosti od ugla nagiba transportera (k_β)

Ugao nagiba doboša β [°]	0	5	10	20
Koeficijent punjenja transportera ψ	0,22 ÷ 0,33	0,19	0,13	0,08

Transport materijala duž doboša je ostvarljiv ako učestanost obrtanja doboša ne prelazi kritičnu vrednost n_{kr} :

$$n_{kr} = \frac{42}{\sqrt{D}} \quad [\text{min}^{-1}] \quad \dots \quad (8.15),$$

gde je D [m] - unutrašnji prečnik doboša; a u praksi se usvaja:

$$n_{kr} = \frac{(20 \div 30)}{\sqrt{D}} \quad [\text{min}^{-1}] \quad \dots \quad (8.16)$$

Pritisci na oslonce doboša su:

$$F_p = \frac{G_M + G_D}{2 \cos \alpha_0} \quad [\text{N}] \quad \dots \quad (8.17),$$

gde je:

- G_M [N] - sila od težine materijala,
- G_D [N] - sila od težine doboša,
- α_0 [°] - ugao otklona valjčića od vertikale.

Moment u odnosu na osu doboša je:

$$M = G_M a + 2F_p \left(\frac{d}{D_v} + 2 \frac{f}{D_v} \right) \quad [\text{Nm}] \quad \dots \quad (8.18),$$

gde je:

- μ - koeficijent trenja u rukavcima točkića:
- $\mu = 0,010 \div 0,012$ - za kotrljajne ležaje,
- $\mu = 0,10 \div 0,15$ - za klizne ležaje,
- $f = 0,0005$ [m] - koeficijent otpora kotrljanju,
- d [m] - prečnik rukavca valjčića,
- D_v [m] - prečnik valjčića,
- a [m] - rastojanje težišta podignute mase materijala od vertikalne ose; $a \approx 0,5R$.

Snaga EM za pogon doboša:

$$P_{EM} = \frac{M\omega}{10^3 \cdot \eta_m} \quad [\text{kW}] \quad \dots \quad (8.19),$$

gde je $\eta_m = 0,75 \div 0,85$ - koeficijent korisnog dejstva pogonskog mehanizma.