

Obliczenia mocy napędu przenośnika wózkowego metoda obwiedniową

1. Dobór parametrów standardowych skrzynek formierskich

Tablica 1

Skrzynka					Forma				
Wymiar w świetle mm	Wysokość góra/dół mm	Wymiary gabarytowe, mm	Materiał, stal	Masa masy, kg	Max masa masy w skrzynce, kg	Masa półformy, kg	Masa złożonej formy, m _f , kg	Obl. Masa odlewu w formie, kg	Masa formy zalanej metalem m _{fzal} , kg
500x400	150/150	760x480	Stal	23	50	73	146	20	173
500x400	200/200	740x480	Stal	36	67	103	206	27	242
600x500	200/200	900x620	Stal	64	100	164	328	40	379
600x500	300/300	900x620	Stal	78	150	228	456	60	533
800x700	250/250	1120x820	Stal	94	232	326	652	92	770
800x700	350/350	1120x820	Stal	112	323	435	870	129	1035
900x600	250/250	1220x720	Stal	94	224	318	636	90	751
900x600	350/350	1220x720	Stal	112	313	425	850	125	1010
1000x800	300/300	1370x950	Stal	164	398	562	1124	159	1318
1000x800	400/400	1370x950	Stal	195	530	726	1452	212	1708
1200x800	350/350	1570x950	Stal	196	554	750	1500	222	1771
1200x800	450/450	1570x950	Stal	250	712	962	1924	285	2271
1200x1000	400/400	1640x1300	Stal	487	792	1279	2558	317	2944
1200x1000	500/500	1640x1300	Stal	552	990	1542	3084	396	3569

2. Dobór wielkości (typu) płyty i wózka

Tablica 2

Przenośniki wózkowe

Typ płyty	Typ wózka	Wymiary płyt, B x A mm	Wyróżnik płyty, B/A	Orientacyjna masa odlewu, kg	Nośność, kg	Masa płyty, m _p , kg	Masa wózka, m _w , kg	Podziałka przenośnika T, m	Podziałka łańcucha t, m
11 TKP	11 TKW	500 x 630	1,25	20 + 40	400	45	97	0,8	0,4
12 TKP	12 TKW	500 x 800	1,6	20 + 40	400	59	101	1,0	0,5
21 TKP	21 TKW	630 x 800	1,25	40 + 80	800	75	101	1,0	0,5
22 TKP	22 TKW	630 x 1000	1,6	40 + 80	800	87	108	1,26	0,63
31 TKP	31 TKW	800 x 1000	1,25	80 ÷ 160	1600	154	260	1,26	0,63
32 TKP	32 TKW	800 x 1250	1,6	80 ÷ 160	1600	192	270	1,6	0,8
41 TKP	41 TKW	1000 x 1250	1,25	160 + 320	3000	290	340	1,6	0,8
42 TKP	42 TKW	1000 x 1600	1,6	160 + 320	3000	352	400	2,0	1,0
51 TKP	51 TKW	1250 x 1600	1,25	320 + 450	8000	553	590	2,0	1,0
52 TKP	52 TKW	1250 x 2000	1,6	320 + 450	8000	383	600	2,5	1,25

$$m_0 = m_p + m_w, \text{ kg} - \text{masa własna l. wózka z płytą}$$

$$G_0 = (m_p + m_w)g, \text{ N}$$

Tablica 3

Typ płyty	Szerokość B, mm	Wyróżnik B/A	Zespół napędowy	Naciąg toru	Tor prosty	Tor hłukowy 90°	Tor hłukowy 180°	Dopuszczalna siła w łancuchach, N	Promień zakrętu, m	Prędkość eksploatacyjna, m/min	Iłydalność, ilość wózków/godz.	Max. ilość wózków	Max. długość tras, my
11 TKP	500	1,25	11 TKN 12 TKN 13TKN 14 TKN	11 TKC	1 TKD	13 TKT	15 TKT	25 000	1,25	3,15 + 8	236 + 600	218	198
12 TKP	500	1,6	15 TKN 16 TKN 17TKN 18 TKN	12 TKC	1 TKD	14 TKT	16 TKT	25 000	1,6	3,15 + 8	190 + 480	230	230
21 TKP	630	1,25	21 TKN 22 TKN 23TKN 24 TKN	12 TKC	1 TKD	14 TKT	16 TKT	31 000	1,6	2,5 + 6,3	150 + 378	176	176
22 TKP	630	1,6	25 TKN 26 TKN 27 TKN 28 TKN	22 TKC	1 TKD	24 TKT	26 TKT	31 000	1,6	2,5 + 6,3	120 + 300	177	223
31 TKP	800	1,25	31 TKN 32 TKN 33 TKN 34 TKN	31 TKC	3 TKD	33 TKT	35 TKT	31 000	2,0	2,0 + 5	95 + 238	171	218
32 TKP	800	1,6	35 TKN 36 TKN 37 TKN 38 TKN	32 TKC	3 TKD	34 TKT	36 TKT	31 000	2,0	2,0 + 5	75 + 190	167	268
41 TKP	1000	1,25	41 TKN 42 TKN 43 TKN 44 TKN	41 TKC	4 TKD	43 TKT	45 TKT	45 000	2,5	1,8 + 4	60 + 150	122	195
42 TKP	1000	1,6	45 TKN 46 TKN 47 TKN 48 TKN	42 TKC	4 TKD	44 TKT	46 TKT	45 000	2,5	1,8 + 4	48 + 120	119	238
51 TKP	1250	1,25	51 TKN 52 TKN 53 TKN 54 TKN	52 TKC	4 TKD	54 TKT	56 TKT	60 000	2,8	1,25 + 3,15	38 + 95	102	204
52 TKP	1250	1,6	55 TKN 56 TKN 57 TKN 58 TKN	52 TKC	4 TKD	54 TKT	56 TKT	60 000	2,8	1,25 + 3,15	30 + 76	100	250

3. Schemat trasy przENOŚnika wózkowego

4. Podział trasy na odcinki charakteryzujące się zmiennym obciążeniem lub krzywizną (odcinki proste i łuki)

Tablica 4.

Punkt	Obciążenie	Dł. odcinka	Uwagi
0	m_0		Umieszczenie napędu
1	m_0+m_f	$l_{0-1}=6m$	Umieszczenie zestawiaro składarki ZFS
2	m_0+m_f	$l_{1-2}=3m$	Początek odcinka zalewania
3	m_0+m_{fzal}	l_{2-3}	Koniec odcinka zalewania
4	m_0+m_{fzal}	$l_{3-4}=3m$	
5	m_0+m_{fzal}	l_{4-5} -łuk $90^\circ R=1.6 m$	
6	m_0+m_{fzal}	$l_{5-6}=4 m$	
7	m_0+m_{fzal}	l_{6-7} - łuk $90^\circ R=1.6 m$	
8	m_0+m_{fzal}	$l_{7-8}=34 m$	
9	m_0+m_{fzal}	l_{8-9} =łuk $90^\circ R=1.6 m$	
10	m_0+m_{fzal}	$l_{9-10}=4 m$	
11	m_0+m_{fzal}	l_{10-11} =łuk $90^\circ R=1.6 m$	Wypycharka WF i przENOŚnik dochładzający
12	m_0+m_{skrz}	$l_{11-12}=3 m$	
13	m_0	$l_{12-13}=3 m$	Zestawiaro skrzyń
14	m_0	$l_{13-14}=6 m$	Napęd

5. Obliczenie minimalnej siły naciągu (napięcia ciągną)

$$S_0 \approx 0,1 \cdot (G_{max} + G_0) \geq 1000N$$

G_{max} – nośność jednego wózka, N

G_0 – ciężar płyty i wózka, N

Tablica 4. Napięcie wstępne S_0 określone w punkcie 0

A/B	B, mm				
	500	630	800	1000	1250
1,25	1000	1000	2100	3700	7200
1,6	1000	1000	2100	3750	7300

6. Obliczenia siły w łańcuchu

a) przy ruchu wózków po torze prostym

$$S_{n+1} = S_n + (Q + G_0) \frac{L_n}{T} w$$

Gdzie: S_n – siła w punkcie n (początek odcinka prostego); N,
 S_{n+1} – siła w punkcie n+1 (koniec odcinka prostego); N,
 Q – obciążenie wózka; N,
 G_0 – ciężar własny wózka z płytą; N,
 L_n – długość odcinka prostego; m,
 T – podziałka wózków; m,
 w – współczynnik ruchu zależny od łożyskowania i wymiarów kół jezdnych wózka.

Tablica 5. Wartości współczynnika w

A/B	B, mm				
	500	630	800	1000	1250
1,25	0,0165	0,0165	0,0122	0,013	0,01075
1,6	0,0165	0,0165	0,0122	0,013	0,01075

b) przy ruchu wózków po torze łukowym

$$S_{m+1} = S_m w_{\tau}^r + (Q + G_0) w_{\tau}^p$$

Gdzie: w_{τ}^r -współczynnik oporów ruchu w rolkach i przegubach łańcucha,
 w_{τ}^p - sumaryczny współczynnik oporów ruchu wózków po torze łukowym.

Tablica 6. Wartości współczynnika w_{τ}^r

A/B	$\alpha, ^\circ$	B, mm				
		500	630	800	1000	1250
1,25	90	1,032	1,031	1,026	1,024	1,024
	180	1,059	1,058	1,049	1,044	1,044
1,6	90	1,031		1,026	1,024	1,024
	180	1,058		1,049	1,044	1,044

Tablica 7. Wartości współczynnika w_{τ}^p

A/B	$\alpha, ^\circ$	B, mm				
		500	630	800	1000	1250
1,25	90	0,1083	0,1037	0,09	0,091	0,0794
	180	0,1714	0,1654	0,1372	0,14	0,116
1,6	90	0,1035	0,0978	0,0864	0,079	0,0726
	180	0,1675	0,149	0,124	0,118	0,1016

7. Przykład obliczeń wartości siły w łańcuchu

Linia wytwarzania odlewów w skrzynkach o wymiarach w świetle 600×500 i wysokościach 200/200 o masie skrzynki $m_{skrz}=64$ kg.

Z tablicy 1 odczytano wartości:

- Wymiary gabarytowe 900×620
- Masa formy 328 kg
- Masa formy z metalem 379 kg
- Wybrano płytę przenośnika 22 TKP o wymiarach 1000×630 mm A/B=1,6 o masie $m_p=87$ kg oraz wózek nośny 22 TKW o masie $m_w=108$ kg.
- Masa $m_0=m_p+m_w$ wynosi 195 kg
- Nośność wózka $800 \text{ kg} > m_{f.zal}=379$ kg
- Podziałka przenośnika T wynosi 1,26 m
- Prędkość eksploatacyjna $2,5 \text{ m/min}=0,041 \text{ m/s}$
- Dopuszczalna siła w łańcuchu 31 kN
- Promień zakrętu $R=1,6$ m

Minimalna siła naciągu wstępnego

$$S_0 = 0,1 \cdot (G_{\max} + G_0) \geq 1000 N$$

$$S_0 = 0,1 \cdot (800 + 195) g = 976,1 N \text{ przyjmuję do dalszych obliczeń } 1000 N$$

Gdzie: g- oznacza przyspieszenie ziemskie; $g=9,81 \text{ m/s}^2$

$$S_{n+1} = S_n + (Q + G_0) \frac{L_n}{T} w$$

$$S_1 = S_0 + [(m_0 + m_f) \cdot g] \frac{L_{0-1}}{T} w$$

$$S_1 = 1000 + 523 \cdot 9,81 \cdot \frac{6}{1,6} \cdot 0,0165 = 1317,5 N$$

$$S_2 = S_1 + [(m_0 + m_f + m_{met}) \cdot g] \frac{L_{1-2}}{T} w$$

$$S_2 = 1317,5 + 574 \cdot 9,81 \cdot \frac{3}{1,6} \cdot 0,0165 = 1491,7 N = 1492 N$$

$$S_3 = S_2 + [(m_0 + m_f + m_{met}) \cdot g] \frac{L_{2-3}}{T} w$$

$$S_3 = 1492 + 574 \cdot 9,81 \cdot \frac{10}{1,6} \cdot 0,0165 = 2072,7 N = 2073 N$$

$$S_4 = S_3 + [(m_0 + m_f + m_{met}) \cdot g] \frac{L_{3-4}}{T} w$$

$$S_4 = 2073 + 574 \cdot 9,81 \cdot \frac{3}{1,6} \cdot 0,0165 = 2247N$$

$$S_5 = S_4 w_\tau^r + [(m_0 + m_f + m_{met}) \cdot g] w_\tau^p$$

$$S_5 = 2247 \cdot 1,031 + 574 \cdot 9,81 \cdot 0,0978 = 2868N$$

$$S_6 = S_5 + [(m_0 + m_f + m_{met}) \cdot g] \frac{L_{5-6}}{T} w$$

$$S_6 = 2868 + 574 \cdot 9,81 \cdot \frac{4}{1,6} \cdot 0,0165 = 3100,3N$$

$$S_7 = S_6 w_\tau^r + [(m_0 + m_f + m_{met}) \cdot g] w_\tau^p$$

$$S_7 = 3100,3 \cdot 1,031 + 574 \cdot 9,81 \cdot 0,0978 = 3747,1N$$

$$S_8 = S_7 + [(m_0 + m_f + m_{met}) \cdot g] \frac{L_{7-8}}{T} w$$

$$S_8 = 3747,1 + 574 \cdot 9,81 \cdot \frac{34}{1,6} \cdot 0,0165 = 5721,5N$$

$$S_9 = S_8 w_\tau^r + [(m_0 + m_f + m_{met}) \cdot g] w_\tau^p$$

$$S_9 = 5721,5 \cdot 1,031 + 574 \cdot 9,81 \cdot 0,0978 = 6449,5N$$

$$S_{10} = S_9 + [(m_0 + m_f + m_{met}) \cdot g] \frac{L_{9-10}}{T} w$$

$$S_{10} = 6449,5 + 574 \cdot 9,81 \cdot \frac{4}{1,6} \cdot 0,0165 = 6682N$$

$$S_{11} = S_{10} w_\tau^r + [(m_0 + m_f + m_{met}) \cdot g] w_\tau^p$$

$$S_{11} = 6682 \cdot 1,031 + 574 \cdot 9,81 \cdot 0,0978 = 7440N$$

$$S_{12} = S_{11} + [(m_0 + m_{skrz}) \cdot g] \frac{L_{11-12}}{T} w$$

$$S_{12} = 7440 + 328 \cdot 9,81 \cdot \frac{3}{1,6} \cdot 0,0165 = 7539,5N$$

$$S_{13} = S_{12} + (m_0 \cdot g) \frac{L_{12-13}}{T} w$$

$$S_{13} = 7539,5 + 195 \cdot 9,81 \cdot \frac{3}{1,6} \cdot 0,0165 = 7599N$$

$$S_{14} = S_{13} + (m_0 \cdot g) \frac{L_{13-14}}{T} w$$

$$S_{14} = 7599 + 195 \cdot 9,81 \cdot \frac{6}{1,6} \cdot 0,0165 = 7717,5N$$

8. Obliczenie wartości siły pociągowej

$$F = S_{\max} - S_0$$

$$F = S_{14} - S_0 = 7717,5 - 1000 = 6717,5N$$

9. Obliczenie wartości mocy silnika napędowego

$$P = (S_{\max} - S_0) v \frac{1}{\eta} K$$

$$P = 6,7175 \cdot 2,5 \cdot \frac{1}{0,6} \cdot 1,2 = 33,6kW$$

10. Wyznaczenie długości odcinka chłodzenia

Wymiar skrzynek w świetle, mm	Masa odlewow, kg	Obl. zakres temp wybijania odlewow z form °C	czas studzenia (godz) przy grubości ścianek (mm) przy produkcji wielkoseryjnej i masowej (wartości w nawiasach dotyczą produkcji seryjnej i małoseryjnej)	
			≤20 (30)	≤30 (50)
Чугунные отливки				
<i>Крупносериное и массовое производство</i>				
500×400, 900×600	≤8	600—500 (400)	0,15—0,22 (0,38)	0,27—0,4 (0,6)
600×500, 900×600	≤20	600—500 (400)	0,21—0,31 (0,57)	0,38—0,57 (1,0)
800×700, 1000×800	≤50	600—500 (400)	0,33—0,49 (0,88)	0,6—0,9 (1,6)
1200×1000	20—100	600—500 (400)	0,47—0,7 (1,3)	0,84—1,27 (2,4)
1400×1000	50—250	600—500 (400)	0,77—1,23 (2,0)	1,4—2,23 (3,8)
1600×1200	100—500	600—500 (400)	1,0—1,6 (2,8)	1,78—2,84 (5,1)
<i>Сериное и мелкосериное производство</i>				
500×400	≤20	600—500 (400)	0,38—0,57 (1,0)	0,51—0,75 (1,4)
800×700	20—100	600—500 (400)	0,84—1,27 (2,4)	1,13—1,7 (3,1)
1200×1000	50—250	600—500 (400)	1,4—2,23 (3,8)	1,8—3,0 (5,5)
1400—1000	100—500	600—500 (400)	1,78—2,84 (5,1)	2,5—3,9 (7,1)
1600—1200	100—1000	500—400 (300)	4,1—7,4 (12,5)	5,5—10,0 (17,0)
2000×1600	500—1000	500—400 (300)	4,1—7,4 (12,5)	5,5—10,0 (17,0)
2500×2000, 3000×1700	1000—2000	400—300 (200)	8,84—16,8 (28,3)	10,4—22,4 (38,0)
Отливки из ковкого чугуна				
<i>Крупносериное и массовое производство</i>				
500×400, 900×600	≤8	700—600 (500)	0,15—0,2 (0,27)	0,22—0,27 (0,42)
600×500, 900×600	≤20	700—600 (500)	0,20—0,27 (0,39)	0,33—0,42 (0,70)
800×700, 1000×800	≤50	700—600 (500)	0,33—0,42 (0,66)	0,53—0,66 (1,0)
1200×1000	20—100	700—600 (500)	0,50—0,70 (1,0)	0,84—1,0 (1,5)
1400×1000	50—250	600—500 (400)	0,90—1,40 (2,5)	1,60—2,60 (4,7)
Отливки из углеродистой стали				
<i>Крупносериное и массовое производство</i>				
500×400, 900×600	≤8	700—600 (500)	0,15—0,22 (0,33)	0,28—0,42 (0,62)
600×500, 900×600	≤20	700—600 (500)	0,23—0,35 (0,52)	0,42—0,53 (0,95)
800×700, 1000×800	≤50	700—600 (500)	0,37—0,55 (0,82)	0,67—1,0 (1,5)
1200×1000	20—100	700—600 (500)	0,5—0,75 (1,2)	0,95—1,4 (2,1)
1400×1000	50—250	650—550 (450)	1,0—1,6 (2,6)	1,9—2,9 (4,7)
1600×1200	100—500	650—550 (450)	1,4—2,2 (3,7)	2,4—4,0 (7,4)
<i>Сериное и мелкосериное производство</i>				
500×400	≤20	700—600 (500)	0,42—0,63 (0,95)	0,57—0,85 (1,6)
800×700	20—100	700—600 (500)	0,95—1,4 (2,1)	1,2—1,8 (3,0)
1200×1000	50—250	650—550 (450)	1,9—2,9 (4,7)	2,4—3,7 (6,4)
1400×1000	100—500	650—550 (450)	2,4—4,0 (7,4)	3,4—5,3 (9,2)
1600×1200	100—1000	600—550 (450)	4,6—7,0 (11)	6,2—9,0 (13)
2000×1600	500—1000	600—550 (450)	4,5—7,0 (11)	6,2—9,0 (13)
2500×2000, 3000×1700	1000—2000	550—500 (450)	8,0—11,0 (17)	10,0—13,0 (20,0)
Отливки из легированных сталей				
<i>Крупносериное и массовое производство</i>				
500×400, 900×500	≤8	650—550 (450)	0,18—0,28 (0,45)	0,35—0,52 (0,85)
600×500, 900×600	≤20	650—550 (450)	0,29—0,43 (0,72)	0,52—0,79 (1,3)
800×700, 1000×800	≤50	650—550 (450)	0,46—0,68 (1,2)	0,83—1,25 (2,1)
1200×1000	20—100	600—500 (400)	0,76—1,2 (2,0)	1,4—2,1 (3,8)
1400×1000	50—250	550—450 (400)	1,5—2,6 (3,0)	2,8—4,9 (5,6)
1600×1200	100—500	550—450 (400)	2,7—3,5 (4,5)	4,7—6,2 (8,5)
<i>Сериное и мелкосериное производство</i>				
500×400	≤20	650—550 (450)	0,52—0,79 (1,3)	0,7—1,25 (2,3)
800×700	20—100	600—500 (400)	1,4—2,1(3,8)	1,8—3,0 (5,3)
1200×1000	50—250	550—450 (400)	2,8—4,9 (5,6)	3,8—6,0 (8,2)
1400×1000	100—500	550—450 (400)	4,7—6,2 (8,5)	6,5—9,2 (12)
1600×1200	100—1000	550—450 (400)	8,0—16,0 (20)	11,0—18,0 (28)
2000×1600	500—1000	550—450 (400)	8,0—16,0 (20)	14,0—18,0 (28)
2500×2000, 3000×1700	1000—2000	500—400 (300)	11,0—24,0 (34)	14,0—30,0 (45)

Примечания: 1. В таблице приведены данные для полых отливок со стержнями. При прочих равных условиях отливки без стержней и болванов остывают быстрее.
2. За толщину стенки, определяющей охлаждение в форме, принимают толщину наиболее массивных ее частей, достаточных размеров, которые остывают медленнее, чем более тонкие стенки.
3. Выдержку устанавливают в зависимости от конфигурации отливок в пределах интервала нормы времени (две первые цифры в двух последних графах). Время выдержки, заключенное в скобках, применяют только для отдельных сложных отливок, склонных к образованию трещин.

Dla wybranych odlewów żeliwnych wyznaczono czas studzenia w wartości $t_{\text{studz}}=0,30$ godz, co daje przy prędkości $v=2,5$ m/min= 150 m/godz długość odcinka studzenia $l_{\text{studz}}= 180\text{m/godz} \times 0,3 \text{ godz}=45$ m

$L_{3-12} \approx 50$ m $>$ l_{studz}