



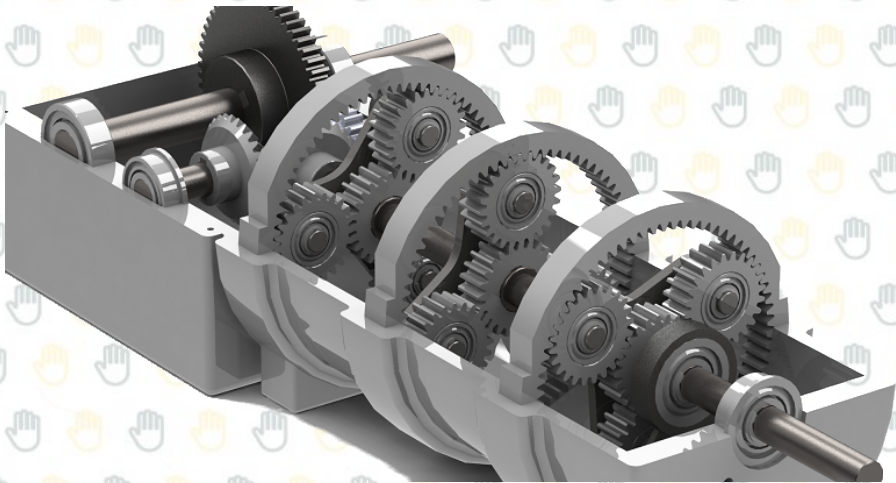
Wydział Mechaniczny Energetyki i Lotnictwa
Politechnika Warszawska

Zapis Konstrukcji

mgr inż. Grzegorz Kamiński

11 marca 2025

Klasyfikacja kół zębatych - uzębienie



Klasyfikacja kół zębatach - kształt koła



walcowe



stożkowe



ślimakowe

Klasyfikacja kół zębatach - kształt linii zęba



proste



skośne

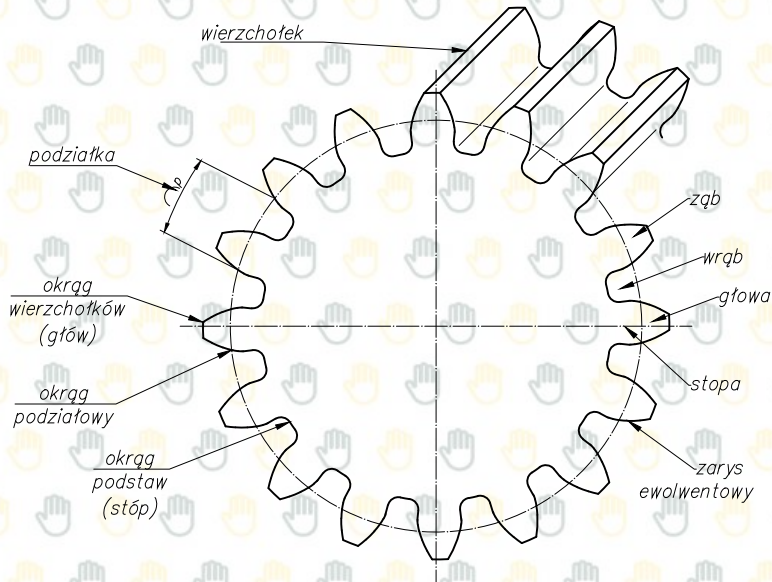


łukowe

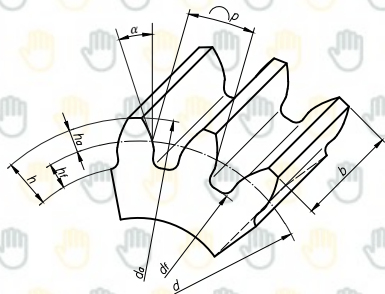


daszkowe

Geometria koła zębatego



Geometria koła



Podstawowe pojęcia zdefiniowano w PN-ISO 1122-1 [1] a oznaczenia symboli w PN-ISO 701 [2]

symbol literowy letter symbol	nazwa polska Polish term	nazwa angielska English term	jednostka unit
d_a	średnica wierzchołków	tip diameter	mm
d_f	średnica podstaw	root diameter	mm
d	średnica podziałowa	reference diameter	mm
p	podziałka	pitch	mm
h	wysokość zęba	tooth depth	mm
h_a	wysokość głowy	addendum	mm
h_f	wysokość stopy	pedendum	mm
α	kąt zarysu	pressure angle	deg
z	liczba zębów	number of teeth	-
m	moduł	module	mm
b	szerokość wieńca	facewidth	mm

Geometria koła zębatego

Podziałka obwodowa p — długość łuku koła podziałowego zawarta między jednoimiennymi sąsiednimi bokami zębów.

$$\pi \cdot d = z \cdot p \quad (1)$$

Geometria koła zębatego

Podziałka obwodowa p — długość łuku koła podziałowego zawarta między jednoimiennymi sąsiednimi bokami zębów.

$$\pi \cdot d = z \cdot p \quad (1)$$

stąd:

$$d = z \cdot \frac{p}{\pi} \quad (2)$$

Geometria koła zębatego

Podziałka obwodowa p — długość łuku koła podziałowego zawarta między jednoimiennymi sąsiednimi bokami zębów.

$$\pi \cdot d = z \cdot p \quad (1)$$

stąd:

$$d = z \cdot \frac{p}{\pi} \quad (2)$$

$$d = z \cdot m \quad (3)$$

Moduły koła zębatego

Zestawienie modułów znormalizowanych zgodnie z normą PN-ISO 54 [3]

Szeregi modułów							
1	2	1	2	1	2	1	2
0,05		0,3		2		12	
	0,055		0,35		2,25		14
0,06		0,4		2,5		16	
	0,07		0,45		2,75		18
0,08		0,5		3		20	
	0,09		0,55		3,5		22
0,1		0,6		4		25	
	0,11		0,7		4,5		28
0,12		0,8		5		32	
	0,14		0,9		5,5		36
0,15		1		6		40	
	0,18		1,125		7		45
0,2		1,25		8		50	
	0,22		1,375		9		55
0,25		1,5		10		60	
	0,28		1,75		11		70

Podstawowe zależności

średnica podziałowa

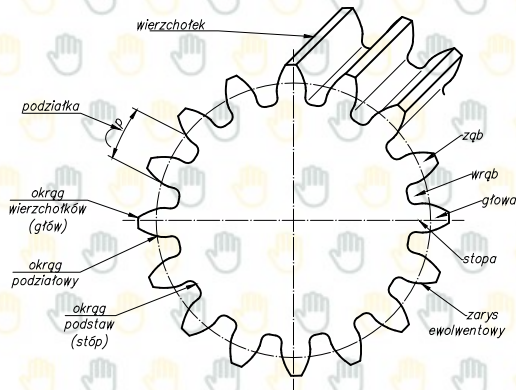
$$d = z \cdot m \quad (4)$$

średnica głów

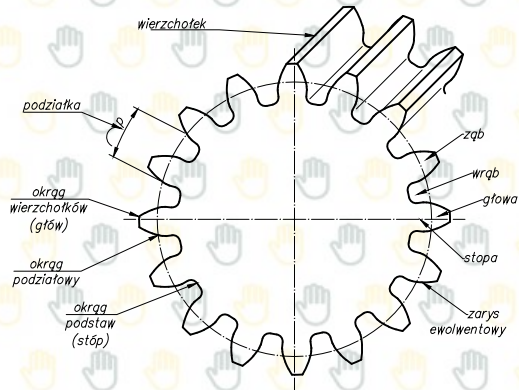
$$d_a = (z + 2) \cdot m \quad (5)$$

średnica stóp

$$d_f = (z - 2,4) \cdot m \quad (6)$$

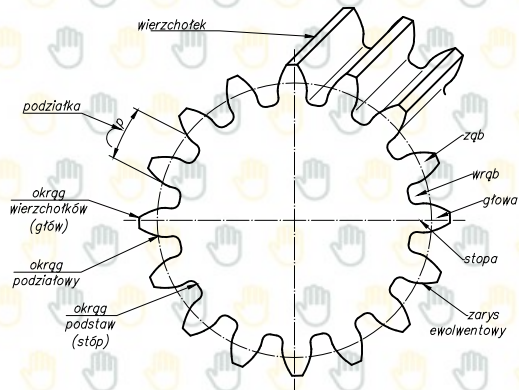


Schemat postępowania



* policzenie liczby zębów z ,

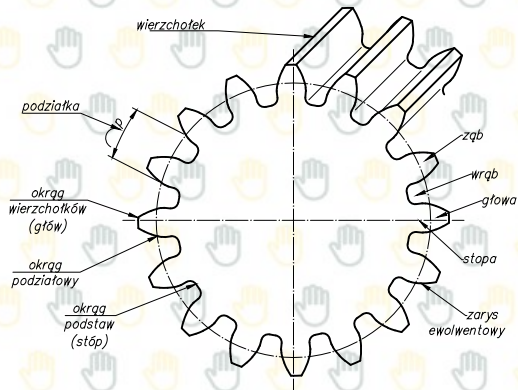
Schemat postępowania



* policzenie liczby zębów z ,

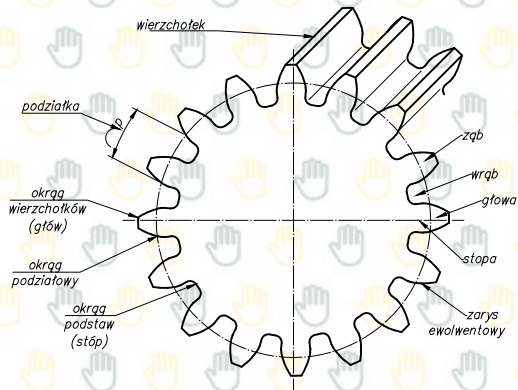
* zmierzenie średnicy głów \tilde{d}_a ,

Schemat postępowania



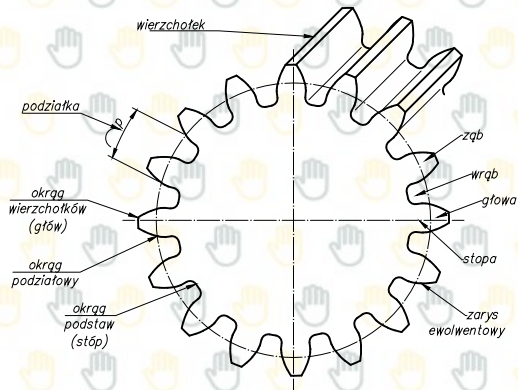
- * policzenie liczby zębów z ,
- * zmierzenie średnicy głów \tilde{d}_a ,
- * obliczenie modułu \tilde{m} ,

Schemat postępowania



- * policzenie liczby zębów z ,
- * zmierzenie średnicy głów \tilde{d}_a ,
- * obliczenie modułu \tilde{m} ,
- * dobór modułu znormalizowanego m ,

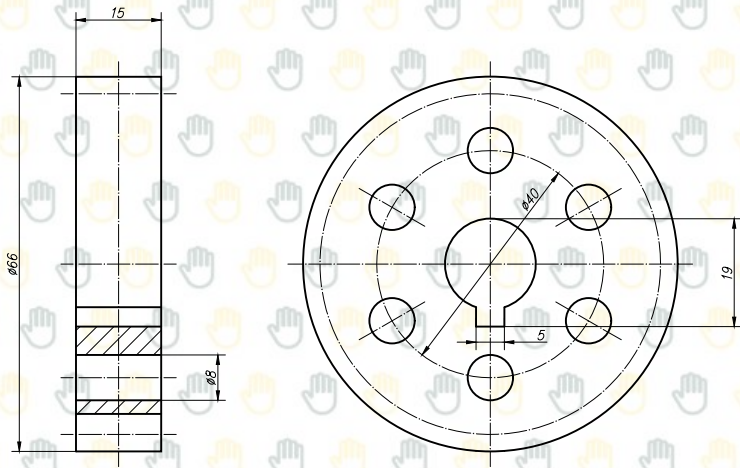
Schemat postępowania



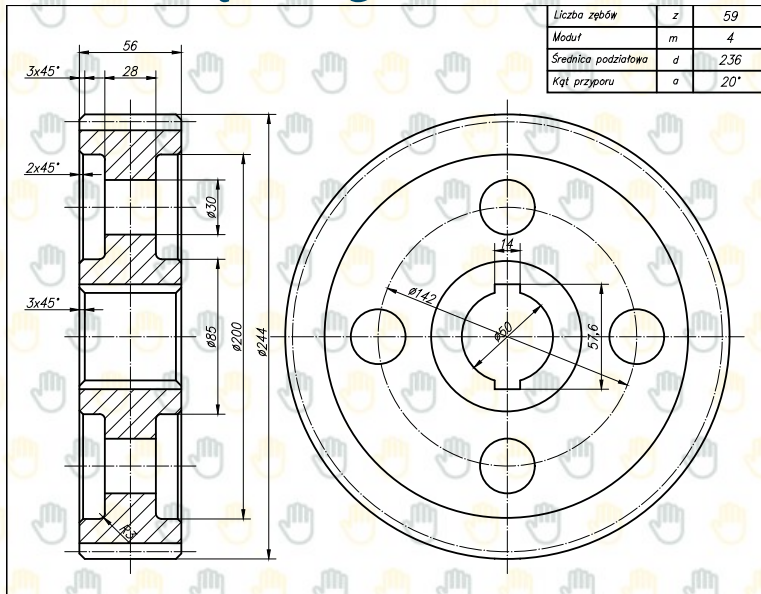
- * policzenie liczby zębów z ,
- * zmierzenie średnicy głów \tilde{d}_a ,
- * obliczenie modułu \tilde{m} ,
- * dobór modułu znormalizowanego m ,
- * wyznaczenie średnic $d(m)$, $d_a(m)$, $d_f(m)$.

Rysunek koła zębatego

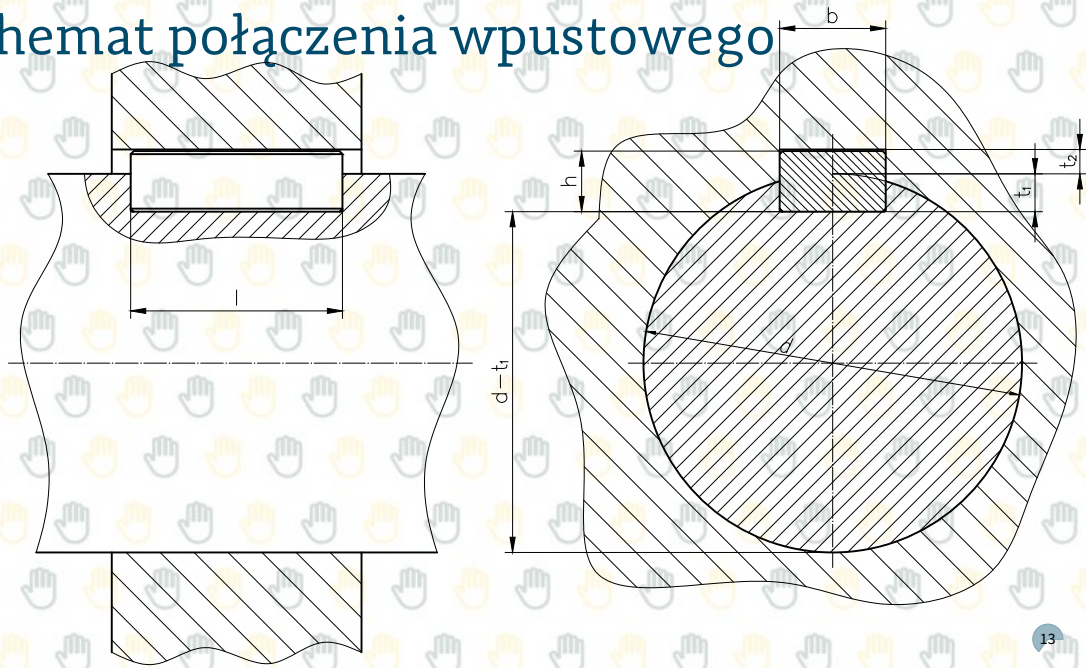
Uproszczenia rysunkowe zgodnie z normą PN-ISO 2203 [4]



Rysunek koła zębatego



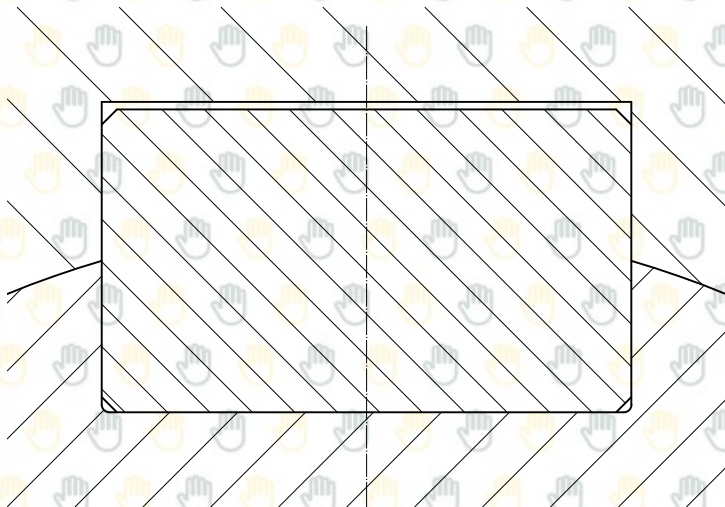
Schemat połączenia wpustowego



Schemat połączenia wpustowego

Wymiary wpustów zgodnie z normą ISO/R 773 [5]
(norma wycofana)

Długość wpustu							
6	8	10	12	14	16	18	20
22	25	28	32	36	40	45	50
56	63	70	80	90	100	110	125
140	160	180	200	220	250		

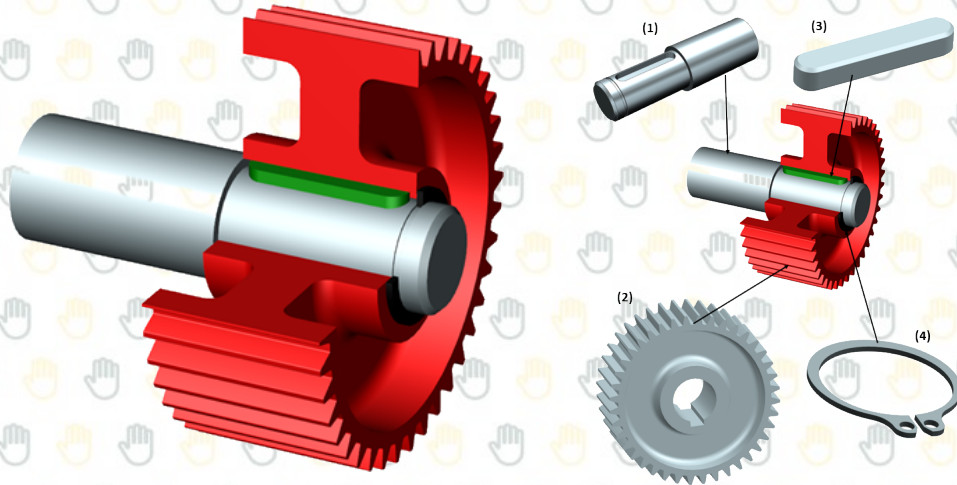


Wymiary wpustów pryzmatycznych

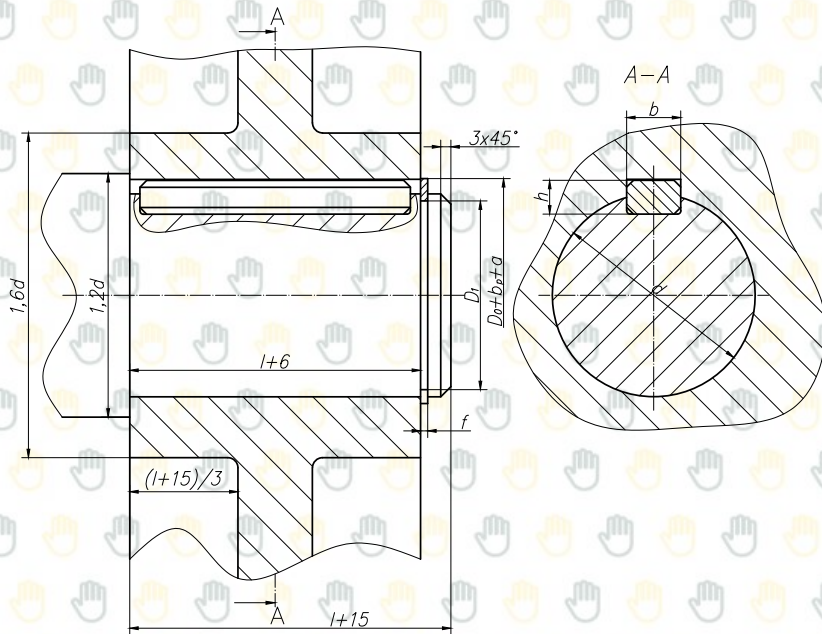
- * d — średnica wału,
- * b — szerokość wpustu,
- * h — wysokość wpustu,
- * l — długość wpustu,
- * t_1 — głębokość rowka w wale,
- * t_2 — głębokość rowka w piaście,
- * r — promień zaokrąglenia wpustu,
- * s — wymiar fazowania wpustu.

d	b	h	l	t_1	t_2	r lub s	
						min	max
ponad 6 ÷ 8	2	2	6 ÷ 20	1,2	1	0,16 ÷ 0,25	
8 ÷ 10	3	3	6 ÷ 36	1,8	1,4	0,16 ÷ 0,25	
10 ÷ 12	4	4	8 ÷ 45	2,5	1,8	0,16 ÷ 0,25	
12 ÷ 17	5	5	10 ÷ 56	3	2,3	0,25 ÷ 0,40	
17 ÷ 22	6	6	14 ÷ 70	3,5	2,8	0,25 ÷ 0,40	
22 ÷ 30	8	7	18 ÷ 90	4	3,3	0,25 ÷ 0,40	
30 ÷ 38	10	8	22 ÷ 110	5	3,3	0,40 ÷ 0,60	
38 ÷ 44	12	8	28 ÷ 140	5	3,3	0,40 ÷ 0,60	
44 ÷ 50	14	9	36 ÷ 160	5,5	3,8	0,40 ÷ 0,60	
50 ÷ 58	16	10	45 ÷ 180	6	4,3	0,40 ÷ 0,60	
58 ÷ 65	18	11	50 ÷ 200	7	4,4	0,40 ÷ 0,60	
65 ÷ 75	20	12	56 ÷ 220	7,5	4,9	0,60 ÷ 0,80	
75 ÷ 85	22	14	63 ÷ 250	9	5,4	0,60 ÷ 0,80	
85 ÷ 95	25	14	70 ÷ 280	9	5,4	0,60 ÷ 0,80	
95 ÷ 110	28	16	80 ÷ 320	10	6,4	0,60 ÷ 0,80	
110 ÷ 130	32	18	90 ÷ 360	11	7,4	0,60 ÷ 0,80	
130 ÷ 150	36	20	100 ÷ 400	12	8,4	1,0 ÷ 1,2	
150 ÷ 170	40	22	100 ÷ 420	13	9,4	1,0 ÷ 1,2	
170 ÷ 200	45	25	110 ÷ 450	15	10,4	1,0 ÷ 1,2	
200 ÷ 230	50	28	125 ÷ 500	17	11,4	1,0 ÷ 1,2	
230 ÷ 260	56	32	140 ÷ 500	20	12,4	1,6 ÷ 2,0	
260 ÷ 290	63	32	160 ÷ 500	20	12,4	1,6 ÷ 2,0	
290 ÷ 330	70	36	180 ÷ 500	22	14,4	1,6 ÷ 2,0	
330 ÷ 380	80	40	200 ÷ 500	25	15,4	2,5 ÷ 3,0	
380 ÷ 440	90	45	220 ÷ 500	28	17,4	2,5 ÷ 3,0	
440 ÷ 500	100	50	250 ÷ 500	31	19,5	2,5 ÷ 3,0	

Połączenie wpustowe

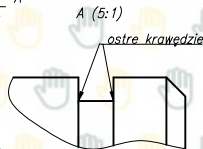
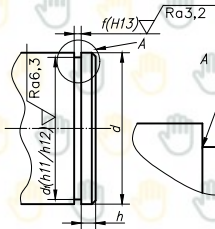
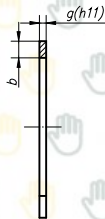


Opracowanie: dr inż. Łukasz Lindstedt



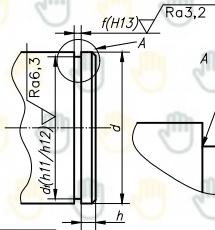
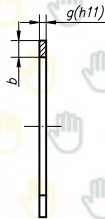
d	l
26	40
28	80
30	70
32	50
34	90
36	80
38	70
40	70
42	80
44	90
46	70
48	90
50	100
52	70
54	80
56	90
58	100
60	80
62	90
64	100
66	110

Pierścienie osadkowe sprężynujące



symbol	wymiary pierścienia					wymiary czopa wału			
	D_0	g	a_{max}	b	d_{omin}	D	D_1	f	h
Z3	2,7	0,4	1,9	0,8	1	3	2,8	0,5	0,3
Z4	3,7	0,4	2,2	0,9	1	4	3,8	0,5	0,3
Z5	4,7	0,6	2,5	1,1	1	5	4,8	0,7	0,35
Z6	5,6	0,7	2,7	1,3	1,2	6	5,7	0,8	0,45
Z8	7,4	0,8	3,2	1,5	1,2	8	7,6	0,9	0,6
Z9	8,4	1	3,3	1,7	1,2	9	8,6	0,9	0,6
Z10	9,3	1	3,3	1,8	1,5	10	9,6	1,1	0,6
Z12	11	1	3,3	1,8	1,7	12	11,5	1,1	0,75
Z13	11,9	1	3,4	2	1,7	13	12,4	1,1	0,9
Z14	12,9	1	3,5	2,1	1,7	14	13,4	1,1	0,9
Z15	13,8	1	3,6	2,2	1,7	15	14,3	1,1	1,1
Z16	14,7	1	3,7	2,2	1,7	16	15,2	1,1	1,2
Z17	15,7	1	3,8	2,3	1,7	17	16,2	1,1	1,2
Z18	16,5	1,2	3,9	2,4	2	18	17	1,3	1,2
Z19	17,5	1,2	3,9	2,5	2	19	18	1,3	1,5
Z20	18,5	1,2	4	2,6	2	20	19	1,3	1,5
Z21	19,5	1,2	4,1	2,7	2	21	20	1,3	1,5
Z22	19,5	1,2	4,2	2,8	2	22	21	1,3	1,5
Z24	22,2	1,2	4,4	3	2	24	22,9	1,3	1,7
Z25	23,2	1,2	4,4	3	2	25	23,9	1,3	1,7
Z26	24,2	1,2	4,5	3,1	2	26	24,9	1,3	1,7
Z28	25,9	1,5	4,7	3,2	2	28	26,6	1,6	2,1
Z30	27,9	1,5	5	3,5	2	30	28,6	1,6	2,1

Pierścienie osadcze sprężynujące



symbol	wymiary pierścienia					wymiary czopa wału			
	D_0	g	a_{max}	b	d_{min}	D	D_1	f	h
Z32	29,6	1,5	5,2	3,6	2,5	32	30,3	1,6	2,6
Z34	31,5	1,5	5,4	3,8	2,5	34	32,3	1,6	2,6
Z35	32,2	1,5	5,6	3,9	2,5	35	33	1,6	3
Z36	33,2	1,75	5,6	4	2,5	36	34	1,85	3
Z38	35,2	1,75	5,8	4,2	2,5	38	36	1,85	3
Z40	36,5	1,75	6	4,4	2,5	40	37,5	1,85	3,8
Z42	38,5	1,75	6,5	4,5	2,5	42	39,5	1,85	3,8
Z45	41,5	1,75	6,7	4,7	2,5	45	42,5	1,85	3,8
Z48	44,5	1,75	6,9	5	2,5	48	45,5	1,85	3,8
Z50	45,8	2	6,9	5,1	2,5	50	47	2,15	4,5
Z52	47,8	2	7	5,2	2,5	52	49	2,15	4,5
Z55	50,8	2	7,2	5,4	2,5	55	52	2,15	4,5
Z56	51,8	2	7,3	5,5	2,5	56	53	2,15	4,5
Z58	53,8	2	7,3	5,6	2,5	58	55	2,15	4,5
Z60	55,8	2	7,4	5,8	2,5	60	57	2,15	4,5
Z62	57,8	2	7,5	6	2,5	62	59	2,15	4,5
Z63	58,8	2	7,6	6,2	2,5	63	60	2,15	4,5
Z65	60,8	2,5	7,8	6,3	3	65	62	2,65	4,5
Z70	65,5	2,5	8,1	6,6	3	70	67	2,65	4,5

Wymiary zgodnie z normą DIN 471 [6]

Bibliografia

- [1] *PN-ISO 1122-1:2004. Słownik terminów związanych z kołami zębatymi — Część 1: Definicje związane z geometrią.*
- [2] *PN-ISO 701:2001. Międzynarodowe oznaczenia kół zębatych — Symbole parametrów geometrycznych.*
- [3] *PN-ISO 54:2001. Przekładnie zębate walcowe ogólnego przeznaczenia oraz dla przemysłu ciężkiego.*
- [4] *PN-ISO 2203:2002. Rysunek techniczny — Przedstawianie uproszczone przekładni zębatych.*
- [5] *ISO R:773:1969. Rectangular or square parallel keys and their corresponding keyways.*
- [6] *DIN 471:2011-03. Retaining rings for shafts – Normal type and heavy type.*



Dziękuję
za uwagę

grzegorz.kaminski@pw.edu.pl