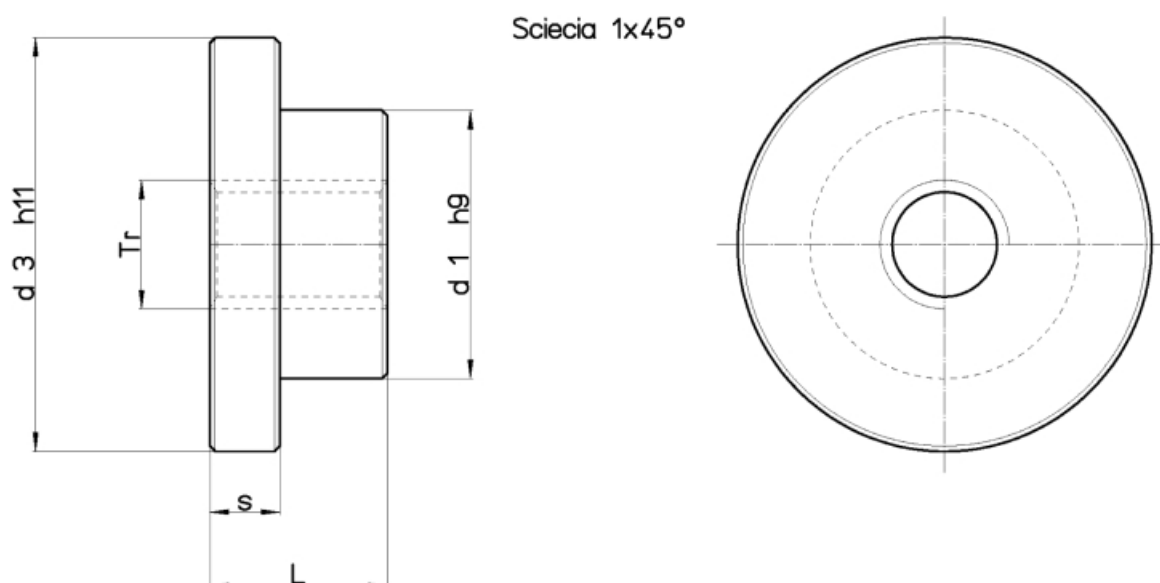


Nakrętka trapezowa typu FSF – kołnierzowa z brązu

Materiał: EN 1982 Cu Sn7 Zn4 Pb7-C – CC493K

Nakrętka kołnierzowa z brązu, szczególnie przystosowana do pracy w warunkach pracy ciągłej, z wysoką odpornością na zużycie. Zaleca się używanie dobrego smaru.



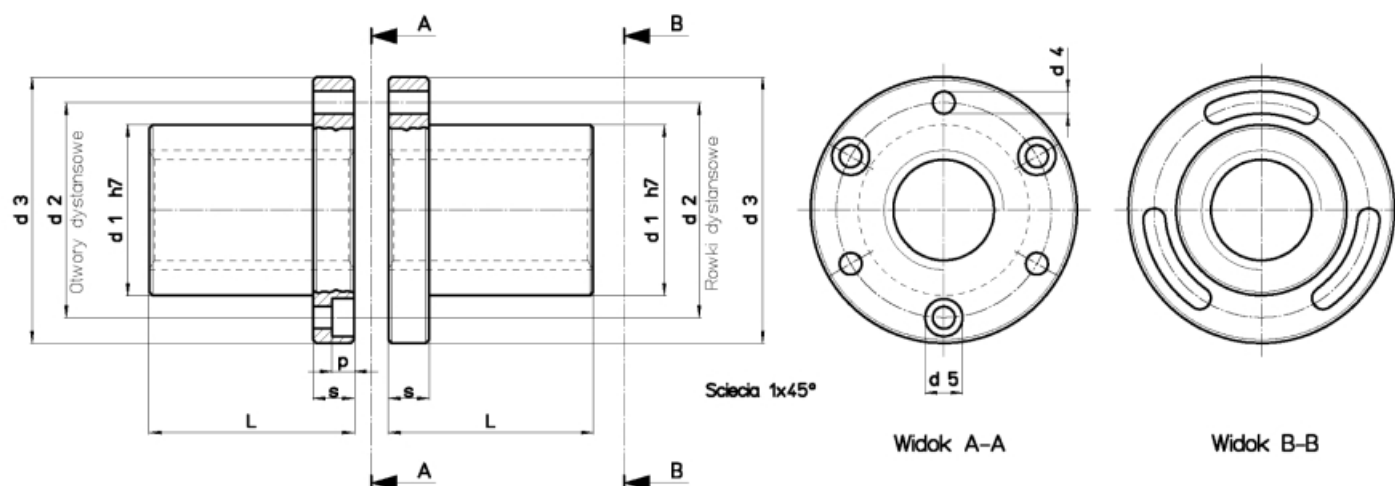
Kod dla nakrętki PRAWEJ	Kod dla nakrętki LEWEJ	Średnica x skok	Krotność	d1 mm	d3 mm	L mm	S mm	Masa kg/szt.	At mm ² (1)
FSF 10 T R	FSF 10 T L	Tr 10x2	1	20	35	15	6	0,067	150
FSF 10 J R	--	Tr 10x4 (P2)	2	20	35	15	6	0,067	150
FSF 12 A R	FSF 12 A L	Tr 12x3	1	24	42	20	7	0,121	228
FSF 12 B R	--	Tr 12x6 (P3)	2	24	42	20	7	0,121	228
FSF 14 R R	FSF 14 R L	Tr 14x3	1	30	52	24	10	0,248	315
FSF 16 A R	FSF 16 A L	Tr 16x4	1	30	52	24	10	0,241	363
FSF 16 B R	--	Tr 16x8 (P4)	2	30	52	24	10	0,241	363
FSF 20 A R	FSF 20 A L	Tr 20x4	1	38	62	26	11	0,384	514
FSF 20 B R	--	Tr 20x8 (P4)	2	38	62	26	11	0,384	514
FSF 24 A R	FSF 24 A L	Tr 24x5	1	50	77	33	13	0,775	780
FSF 24 B R	--	Tr 24x10 (P5)	2	50	77	33	13	0,775	780
FSF 30 A R	FSF 30 A L	Tr 30x6	1	58	90	48	15	1,368	1430
FSF 30 B R	--	Tr 30x12 (P6)	2	58	90	48	15	1,368	1430
FSF 36 A R	FSF 36 A L	Tr 36x6	1	80	115	60	20	3,166	2166
FSF 36 B R	--	Tr 36x12 (P6)	2	80	115	60	20	3,166	2166
FSF 40 A R	FSF 40 A L	Tr 40x7	1	80	140	65	20	4,129	2610
FSF 40 B R	--	Tr 40x14 (P7)	2	80	140	65	20	4,129	2610
FSF 50 A R	FSF 50 A L	Tr 50x8	1	90	170	70	20	5,808	4237

(1) Całkowita powierzchnia nośna pomiędzy zwojami śruby i nakrętki na płaszczyźnie prostopadłej do osi.

Nakrętka trapezowa typu CDF – dwukołnierzowa z brązu

Materiał: EN 1982 Cu Sn12-C – CC483K

Nakrętka z brązu cynowego, szczególnie przystosowana do pracy w warunkach pracy ciągłej, z wysoką odpornością na zużycie. Nakrętka CDF umożliwia regulację luzu między śrubą i nakrętką. Nie jest możliwa praca z "obciążeniem wstępnym" (jest to możliwe tylko przy użyciu śrub kulowych). Zaleca się używanie dobrego smaru. W razie potrzeby, instrukcję montażu można uzyskać w Dziale Technicznym.



Kod dla nakrętki PRAWEJ	Kod dla nakrętki LEWEJ	Średnica x skok	Krotność	d1 mm	d2 mm	d3 mm	d4 mm	d5 mm	p mm	L mm	s mm	ilość otworów na śruby	Śruby mocujące (klasa 8.8)	Masa kg/szt.	At mm ² (1)
CDF 25 B R	--	Tr 25x10 (P5)	2	35	48	62	6,5	11	6,5	45	12	6	M6	0,786	1590
CDF 25 E R	--	Tr 25x25 (P5)	5	35	48	62	6,5	11	6,5	45	12	6	M6	0,786	1590
CDF 28 B R	--	Tr 28x10 (P5)	2	40	53	68	6,5	11	6,5	50	12	6	M6	1,064	2000

(1) Całkowita powierzchnia nośna pomiędzy zwojami śruby i nakrętki na płaszczyźnie prostopadłej do osi.

Instrukcja montażu:

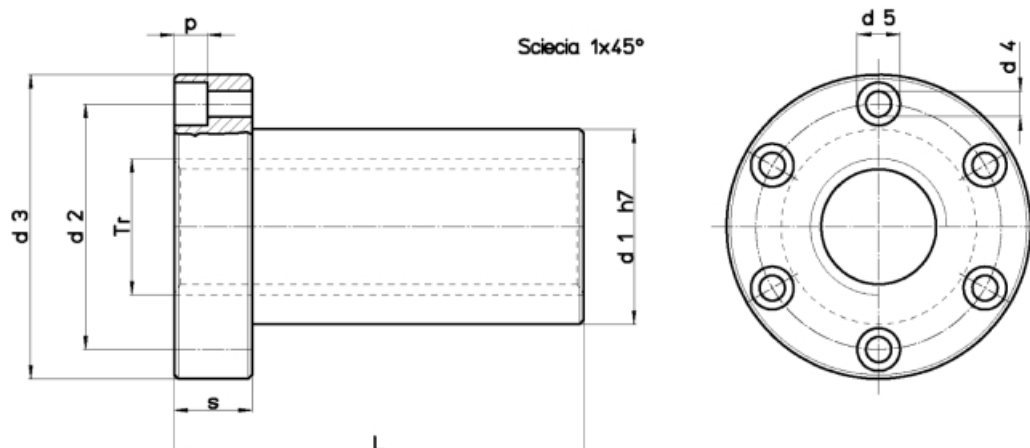
- Nakrętki są wydawane w parach, zapakowane razem. Przy montażu należy utrzymać pierwotne pary. Na zewnętrznej cylindrycznej części kołnierza, każda para nakrętek posiada oznaczenie dla właściwego montażu. Wspomniane oznaczenie powinno zostać natychmiast zidentyfikowane i wzięte pod uwagę podczas montażu, jak opisano poniżej.
- Należy zlokalizować nakrętkę, która zostanie zamontowana jako pierwsza: jest to nakrętka z sześcioma otworami w kołnierzu, z których trzy są gniazdami na śruby z cylindrycznymi łbami imbusowymi. Druga nakrętka posiada rowki w kołnierzu i jest montowana w następnej kolejności.
- Montaż pierwszej nakrętki w przewidziane na nią miejsce: umieścić śruby o cylindrycznych łbów imbusowych w przewidzianych dla nich otworach, umieścić nakrętkę w miejscu docelowym i dobrze dokręcić trzy śruby. Pierwsza nakrętka jest teraz zamontowana.
- Montaż drugiej nakrętki, umożliwiającej regulowanie luzu: zidentyfikować oznaczenie właściwego montażu obecne na obu nakrętkach. Zbliżyć kołnierz drugiej nakrętki do kołnierza pierwszej nakrętki. Zrównując z sobą oznaczenia właściwego montażu obecne na obu kołnierzach, umieścić w trzech rowkach trzy śruby służące do montażu drugiej nakrętki do konstrukcji maszyny. Wkręcić trzy właśnie umieszczone śruby tak, by dwie nakrętki spoczywały naprzeciwko siebie, ale jeszcze nie dokręcać śrub. Nakrętki muszą mieć możliwość obracania się względem siebie,
- Montaż śruby: zamontować śrubę, wkręcając ją w dwie nakrętki.
- Dostosowanie luzu: obrócić drugą nakrętkę w taki sposób względem pierwszej, by uzyskać pożądany luz, a następnie dokręcić trzy śruby mocujące drugą nakrętkę do struktury.

Nakrętka trapezowa typu HAL – kołnierzowa z brązu aluminium

Materiał: EN 1982 CuAl11Fe6Ni6-C – CC333G

Nakrętka z brązu aluminium o stosunkowo dużej długości 3xTr, przystosowana do pracy z wysokimi obciążeniami, dzięki najwyższej twardości brązu aluminium. Wyjątkowa długość 3xTr pozwala na znaczne ograniczenie zużycia.

Wymiary kołnierza sprawiają, że jest w pełni kompatybilna z FTN, FXN, HDL i FCS (różnią się długość całkowita i grubość kołnierza). Zaleca się utrzymywanie obfitego i ciągłego smarowania podczas użytkowania HAL.



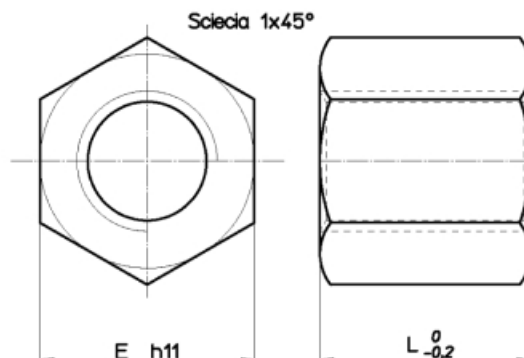
Kod dla nakrętki PRAWEJ	Kod dla nakrętki LEWEJ	Średnica x skok	Krotność	d1 mm	d2 mm	d3 mm	d4 mm	d5 mm	p mm	L mm	s mm	ilość otworów na śruby	Śruby mocujące (klasa 8.8)	Masa kg/szt.	At mm ² (1)
HAL 30 A R	HAL 30 A L	Tr 30x6	1	40	53	68	6,5	11	6,5	90	18	6	M6	0,712	3816
HAL 35 A R	--	Tr 35x6	1	50	63	78	8,5	14	8,5	105	20	6	M8	1,222	5277
HAL 40 A R	HAL 40 A L	Tr 40x7	1	55	68	84	8,5	14	8,5	120	25	6	M8	1,622	6880
HAL 40 I R	--	Tr 40x10	1	55	68	84	8,5	14	8,5	120	25	6	M8	1,684	6597
HAL 50 A R	HAL 50 A L	Tr 50x8	1	65	80	100	10,5	17	10,5	150	30	6	M10	2,590	10840
HAL 50 I R	--	Tr 50x10	1	65	80	100	10,5	17	10,5	150	30	6	M10	2,670	10600
HAL 60 A R	--	Tr 60x9	1	75	95	118	12,5	19	12,5	180	35	6	M12	3,982	15700

(1) Całkowita powierzchnia nośna pomiędzy zwojami śruby i nakrętki na płaszczyźnie prostopadłej do osi.

Nakrętka trapezowa typu MES – sześciokątna stalowa

Materiał: EN 10277-3 11SMnPb37 – 1.0737

Nakrętka mocująca szczególnie wygodna, bo o sześciokątnym kształcie. Nie nadaje się do ruchów z obciążeniem, ponieważ połączenia typu stal-stal blokują się. Może być spawana techniką MIG-MAG. Nie zaleca się spawania elektrodą, ze względu na obecność.



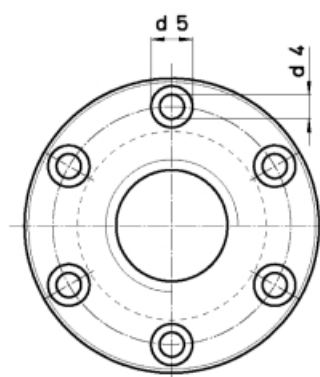
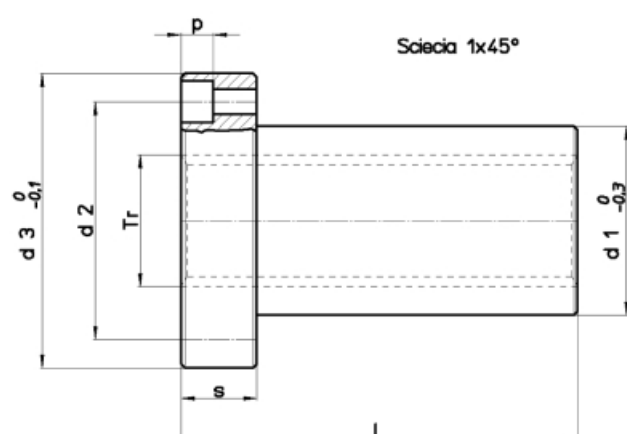
Kod dla nakrętki PRAWEJ	Kod dla nakrętki LEWEJ	Średnica x skok	Krotność	E mm	L mm	Masa kg/szt.	At mm ² (1)
MES 10 T R	MES 10 T L	Tr 10x2	1	17	15	0,023	150
MES 10 A R	MES 10 A L	Tr 10x3	1	17	15	0,021	240
MES 12 A R	MES 12 A L	Tr 12x3	1	19	18	0,027	296
MES 12 B R	--	Tr 12x6 (P3)	2	19	18	0,027	296
MES 14 R R	MES 14 R L	Tr 14x3	1	22	21	0,044	395
MES 14 A R	MES 14 A L	Tr 14x4	1	22	21	0,044	395
MES 14 B R	--	Tr 14x6 (P3)	2	22	21	0,044	395
MES 16 A R	MES 16 A L	Tr 16x4	1	27	24	0,082	528
MES 16 B R	--	Tr 16x8 (P4)	2	27	24	0,082	528
MES 18 A R	MES 18 A L	Tr 18x4	1	27	27	0,084	553
MES 20 A R	MES 20 A L	Tr 20x4	1	30	30	0,114	847
MES 20 B R	--	Tr 20x8 (P4)	2	30	30	0,114	847
MES 22 A R	MES 22 A L	Tr 22x5	1	30	33	0,112	1010
MES 24 A R	MES 24 A L	Tr 24x5	1	36	36	0,200	1215
MES 26 A R	MES 26 A L	Tr 26x5	1	36	39	0,193	1440
MES 28 A R	MES 28 A L	Tr 28x5	1	41	42	0,291	1680
MES 30 A R	MES 30 A L	Tr 30x6	1	46	45	0,420	1908
MES 30 B R	--	Tr 30x12 (P6)	2	46	45	0,420	1908
MES 32 A R	MES 32 A L	Tr 32x6	1	46	48	0,411	2186
MES 36 A R	MES 36 A L	Tr 36x6	1	55	54	0,706	2800
MES 40 A R	MES 40 A L	Tr 40x7	1	65	60	1,172	3440
MES 44 A R	MES 44 A L	Tr 44x7	1	65	66	1,159	4200
MES 50 A R	MES 50 A L	Tr 50x8	1	75	75	1,783	5418
MES 60 A R	MES 60 A L	Tr 60x9	1	90	90	3,087	7847
MES 70 A R	MES 70 A L	Tr 70x10	1	90	105	2,837	10200

(1) Całkowita powierzchnia nośna pomiędzy zwojami śruby i nakrętki na płaszczyźnie prostopadłej do osi.

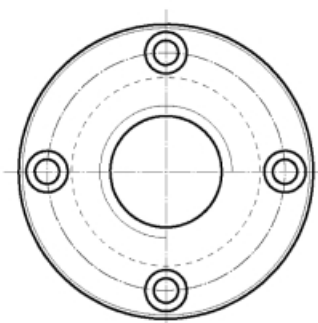
Nakrętka trapezowa FCS – samosmarująca z tworzywa sztucznego

Materiał: PA 6 + Mo S2 DIN 7728 + dodatki.

Nakrętka wykonana z bardzo odpornego na zużycie tworzywa sztucznego, doskonale samosmarująca. Nie wymaga żadnego rodzaju smarowania przez cały okres użytkowania. Długość 3xTr pozwala na lepsze rozłożenie obciążenia. Wymiary kołnierza sprawiają, że jest w pełni kompatybilna z FTN i FXN, HDL i HAL (różnią się długość całkowita i grubość kołnierza).



Od Tr 25x5 (6 otworów)



Do Tr 20x8 (4 otworów)

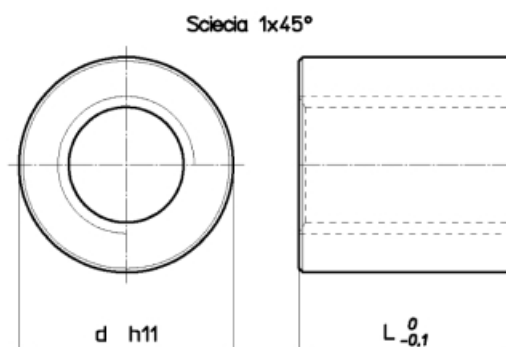
Kod dla nakrętki PRAWEJ	Kod dla nakrętki LEWEJ	Średnica x skok	Krotność	d1 mm	d2 mm	d3 mm	d4 mm	d5 mm	p mm	L mm	s mm	ilość otworów na śruby	Śruby mocujące (klasa 8.8)	Masa kg/szt.	At mm ² (1)
FCS 12 A R	FCS 12 A L	Tr 12x3	1	18	26	37	4,5	7,5	4,2	36	12	4	M4	0,016	594
FCS 16 A R	FCS 16 A L	Tr 16x4	1	22	32	45	5,5	9,5	5,2	48	16	4	M5	0,030	1056
FCS 20 A R	FCS 20 A L	Tr 20x4	1	30	40	52	5,5	9,5	5,2	60	20	4	M5	0,057	1696
FCS 20 B R	--	Tr 20x8 (P4)	2	30	40	52	5,5	9,5	5,2	60	20	4	M5	0,057	1696
FCS 25 A R	FCS 25 A L	Tr 25x5	1	35	48	62	6,5	11	6,5	75	25	6	M6	0,094	2650
FCS 28 A R	FCS 28 A L	Tr 28x5	1	40	53	68	6,5	11	6,5	90	30	6	M6	0,142	3600
FCS 28 B R	--	Tr 28x10 (P5)	2	40	53	68	6,5	11	6,5	90	30	6	M6	0,142	3600
FCS 30 A R	FCS 30 A L	Tr 30x6	1	40	53	68	6,5	11	6,5	90	30	6	M6	0,135	3816
FCS 35 A R	FCS 35 A L	Tr 35x6	1	50	63	78	8,5	14	8,5	105	35	6	M8	0,221	5277
FCS 40 A R	FCS 40 A L	Tr 40x7	1	55	68	84	8,5	14	8,5	120	40	6	M8	0,289	6880
FCS 40 I R	--	Tr 40x10	1	55	68	84	8,5	14	8,5	120	40	6	M8	0,252	6597
FCS 50 A R	FCS 50 A L	Tr 50x8	1	65	80	100	10,5	17	10,5	150	50	6	M10	0,476	10840

(1) Całkowita powierzchnia nośna pomiędzy zwojami śruby i nakrętki na płaszczyźnie prostopadłej do osi.

Nakrętka trapezowa typu MPH – cylindryczna z tworzywa sztucznego

Material: PA 6 + Mo S2 DIN 7728

Cylindryczna nakrętka wykonana z bardzo odpornego na zużycie tworzywa sztucznego. Przystosowana do niskich lub średnich obciążeń. W celu przedłużenia czasu życia nakrętki MPH, należy stosować smar lub olej (nie stosować smarów na bazie dwusiarczku molibdenu MoS₂ lub grafitu).



Kod dla nakrętki PRAWEJ	Kod dla nakrętki LEWEJ	Średnica x skok	Krotność	d mm	L mm	Masa kg/szt.	At mm ² (1)
MPH 12 A R	MPH 12 A L	Tr 12x3	1	26	24	0,012	396
MPH 12 B R	--	Tr 12x6 (P3)	2	26	24	0,012	396
MPH 16 A R	MPH 16 A L	Tr 16x4	1	36	32	0,030	704
MPH 20 A R	MPH 20 A L	Tr 20x4	1	45	40	0,060	1130
MPH 25 A R	MPH 25 A L	Tr 25x5	1	50	48	0,083	1696
MPH 28 A R	MPH 28 A L	Tr 28x5	1	60	60	0,154	2400
MPH 28 B R	--	Tr 28x10 (P5)	2	60	60	0,154	2400
MPH 30 A R	MPH 30 A L	Tr 30x6	1	60	60	0,150	2544
MPH 35 A R	MPH 35 A L	Tr 35x6	1	75	72	0,290	3618
MPH 40 A R	MPH 40 A L	Tr 40x7	1	80	80	0,355	4587
MPH 50 A R	MPH 50 A L	Tr 50x8	1	90	100	0,523	7225

(1) Całkowita powierzchnia nośna pomiędzy zwojami śruby i nakrętki na płaszczyźnie prostopadłej do osi.

Ważna uwaga: nakrętki wykonane z tworzywa sztucznego muszą być montowane wyłącznie na naszych precyzyjnych śrubach kulowych o ściśle dostosowanych chropowatości i twardości. Nie jest możliwe montowanie ich na śrubach wyprodukowanych na obrabiarkach. Należy zwrócić szczególną uwagę na higroskopijność użytego materiału i z tego względu nie zaleca się użycia nakrętek typu MPH w połączeniach precyzyjnych, ponieważ ich wymiary mogą zależeć od względnej wilgotności otoczenia. Przed wyborem typu nakrętki z tworzywa sztucznego, jest wskazane skonsultowanie się z naszym Działem Technicznym.

Dane techniczne: Śruby trapezowe (patrz: strona każdego rodzaju śrub)

Średnica x skok	d 1 średnica zewnętrzna tolerancja 4 h		d 1 średnica środkowa tolerancja 7 e		d 1 średnica wewnętrzna tolerancja 7 h		Krotność	Kąt wniosu	(1) Sprawność η $f=0,1$ $f=0,2$		(2) H 1 mm	I Moment bezwładno ści mm ⁴
	min. mm	max. mm	min. mm	max. mm	min. mm	max. mm						
Tr 10 x 2	9,820	10,000	8,739	8,929	7,191	7,500	1	4°02'	0,41	0,26	1,0	131
Tr 10 x 3	9,764	10,000	8,203	8,415	6,150	6,500	1	6°25'	0,52	0,35	1,5	70
Tr 10 x 4 (P2)	9,820	10,000	8,739	8,929	7,191	7,500	2	8°03'	0,58	0,40	1,0	131
Tr 12 x 3	11,764	12,000	10,191	10,415	8,135	8,500	1	5°12'	0,47	0,31	1,5	215
Tr 12 x 6 (P3)	11,764	12,000	10,191	10,415	8,135	8,500	2	10°19'	0,63	0,46	1,5	215
Tr 14 x 3	13,764	14,000	12,191	12,415	10,135	10,500	1	4°22'	0,43	0,27	1,5	518
Tr 14 x 4	13,700	14,000	11,640	11,905	9,074	9,500	1	6°03'	0,51	0,34	2,0	333
Tr 14 x 6 (P3)	13,764	14,000	12,191	12,415	10,135	10,500	2	8°41'	0,59	0,42	1,5	518
Tr 16 x 4	15,700	16,000	13,640	13,905	11,074	11,500	1	5°12'	0,47	0,31	2,0	738
Tr 16 x 8 (P4)	15,700	16,000	13,640	13,905	11,074	11,500	2	10°19'	0,63	0,46	2,0	738
Tr 18 x 4	17,700	18,000	15,640	15,905	13,074	13,500	1	4°33'	0,44	0,28	2,0	1434
Tr 18 x 8 (P4)	17,700	18,000	15,640	15,905	13,074	13,500	2	9°02'	0,60	0,43	2,0	1434
Tr 20 x 4	19,700	20,000	17,640	17,905	15,074	15,500	1	4°03'	0,41	0,26	2,0	2534
Tr 20 x 8 (P4)	19,700	20,000	17,640	17,905	15,074	15,500	2	8°03'	0,58	0,40	2,0	2534
Tr 20 x 20 (P4)	19,700	20,000	17,640	17,905	15,074	15,500	5	19°28'	0,75	0,59	2,0	2534
Tr 20 x 20 (P5)	19,665	20,000	17,114	17,394	14,044	14,500	4	20°00'	0,76	0,60	2,5	1910
Tr 22 x 5	21,665	22,000	19,114	19,394	16,044	16,500	1	4°40'	0,45	0,28	2,5	3232
Tr 22 x 10 (P5)	21,665	22,000	19,114	19,394	16,044	16,500	2	9°16'	0,61	0,43	2,5	3232
Tr 24 x 5	23,665	24,000	21,094	21,394	18,019	18,500	1	4°14'	0,42	0,27	2,5	5175
Tr 24 x 10 (P5)	23,665	24,000	21,094	21,394	18,019	18,500	2	8°25'	0,59	0,41	2,5	5175
Tr 25 x 3	24,764	25,000	23,165	23,415	21,103	21,500	1	2°20'	0,29	0,17	1,5	9735
Tr 25 x 5	24,665	25,000	22,094	22,394	19,019	19,500	1	4°03'	0,41	0,26	2,5	6423
Tr 25 x 10 (P5)	24,665	25,000	22,094	22,394	19,019	19,500	2	8°03'	0,58	0,40	2,5	6423
Tr 25 x 25 (P5)	24,665	25,000	22,094	22,394	19,019	19,500	5	19°30'	0,75	0,60	2,5	6423
Tr 26 x 5	25,665	26,000	23,094	23,394	20,019	20,500	1	3°52'	0,40	0,25	2,5	7884
Tr 26 x 10 (P5)	25,665	26,000	23,094	23,394	20,019	20,500	2	7°42'	0,57	0,39	2,5	7884
Tr 28 x 5	27,665	28,000	25,094	25,394	22,019	22,500	1	3°34'	0,38	0,23	2,5	11539
Tr 28 x 10 (P5)	27,665	28,000	25,094	25,394	22,019	22,500	2	7°07'	0,55	0,37	2,5	11539
Tr 30 x 3	29,764	30,000	28,165	28,415	26,103	26,500	1	1°55'	0,25	0,14	1,5	22900
Tr 30 x 4	29,700	30,000	27,640	27,905	25,074	25,500	1	2°36'	0,31	0,18	2,0	19400
Tr 30 x 5	29,665	30,000	27,094	27,394	24,019	24,500	1	3°19'	0,36	0,22	2,5	16340
Tr 30 x 6	29,625	30,000	26,547	26,882	22,463	23,000	1	4°03'	0,41	0,26	3,0	13650
Tr 30 x 12 (P6)	29,625	30,000	26,547	26,882	22,463	23,000	2	8°03'	0,58	0,40	3,0	13650
Tr 30 x 30 (P5)	29,665	30,000	27,094	27,394	24,019	24,500	6	19°09'	0,75	0,59	2,5	16340
Tr 32 x 6	31,625	32,000	28,547	28,882	24,463	25,000	1	3°46'	0,39	0,24	3,0	17580
Tr 32 x 12 (P6)	31,625	32,000	28,547	28,882	24,463	25,000	2	7°30'	0,56	0,38	3,0	17580
Tr 35 x 3	34,764	35,000	33,165	33,415	31,103	31,500	1	1°38'	0,22	0,12	1,5	46128
Tr 35 x 4	34,700	35,000	32,640	32,905	30,074	30,500	1	2°13'	0,28	0,16	2,0	40150
Tr 35 x 5	34,665	35,000	32,094	32,394	29,019	29,500	1	2°48'	0,33	0,19	2,5	34810
Tr 35 x 6	34,625	35,000	31,547	31,882	27,463	28,000	1	3°25'	0,37	0,23	3,0	30000
Tr 35 x 8	34,550	35,000	30,493	30,868	25,399	26,000	1	4°42'	0,45	0,29	4,0	21980
Tr 36 x 6	35,625	36,000	32,547	32,882	28,463	29,000	1	3°19'	0,36	0,22	3,0	34540
Tr 36 x 12 (P6)	35,625	36,000	32,547	32,882	28,463	29,000	2	6°36'	0,53	0,36	3,0	34540

(1) Efekt użyteczny dla przekształcenia ruchu obrotowego w ruch liniowy, o współczynniku tarcia $f=0,1$ e $f=0,2$.

(2) Głębokość nośna gwintów śruby i nakrętki

Dane techniczne: Śruby trapezowe (patrz: strona każdego rodzaju śrub)

Średnica x skok	d 1 średnica zewnętrzna tolerancja 4 h		d 1 średnica środkowa tolerancja 7 e		d 1 średnica wewnętrzna tolerancja 7 h		Krotność ć	Kąt wzniosu	(1) Sprawność η f=0,1 f=0,2		(2) H 1 mm	I Moment bezwładno ści mm ⁴
	min.	max.	min.	max.	min.	max.						
	mm											
Tr 40 x 3	39,764	40,000	38,165	38,415	36,103	36,500	1	1°25'	0,20	0,11	1,5	83395
Tr 40 x 4	39,700	40,000	37,640	37,905	35,074	35,500	1	1°55'	0,25	0,14	2,0	74290
Tr 40 x 5	39,665	40,000	37,094	37,394	34,019	34,500	1	2°26'	0,30	0,17	2,5	65740
Tr 40 x 6	39,625	40,000	36,547	36,882	32,463	33,000	1	2°57'	0,34	0,20	3,0	57950
Tr 40 x 7	39,575	40,000	36,020	36,375	31,431	32,000	1	3°30'	0,38	0,23	3,5	51030
Tr 40 x 8	39,550	40,000	35,493	35,868	30,399	31,000	1	4°03'	0,41	0,26	4,0	44560
Tr 40 x 10	39,470	40,000	34,450	34,850	28,350	29,000	1	5°12'	0,47	0,31	5,0	31700
Tr 40 x 14 (P7)	39,575	40,000	36,020	36,375	31,431	32,000	2	6°58'	0,54	0,37	3,5	51030
Tr 40 x 40 (P8)	39,550	40,000	35,493	35,868	30,399	31,000	5	19°30'	0,75	0,60	4,0	44560
Tr 44 x 7	43,575	44,000	40,020	40,375	35,431	36,000	1	3°09'	0,35	0,21	3,5	81820
Tr 45 x 8	44,550	45,000	40,493	40,868	35,399	36,000	1	3°33'	0,38	0,23	4,0	81245
Tr 50 x 3	49,764	50,000	48,150	48,415	46,084	46,500	1	1°08'	0,16	0,09	1,5	121400
Tr 50 x 4	49,700	50,000	47,605	47,905	45,074	45,500	1	1°31'	0,21	0,12	2,0	202600
Tr 50 x 5	49,665	50,000	47,094	47,394	44,019	44,500	1	1°55'	0,25	0,14	2,5	184300
Tr 50 x 6	49,625	50,000	46,547	46,882	42,463	43,000	1	2°20'	0,29	0,17	3,0	167240
Tr 50 x 8	49,550	50,000	45,468	45,868	40,368	41,000	1	3°10'	0,35	0,21	4,0	136930
Tr 50 x 10	49,470	50,000	44,425	44,850	38,319	39,000	1	4°03'	0,41	0,26	5,0	105834
Tr 55 x 9	54,500	55,000	49,935	50,360	44,329	45,000	1	3°15'	0,36	0,22	4,5	189550
Tr 60 x 6	59,625	60,000	56,547	56,882	52,463	53,000	1	1°55'	0,25	0,14	3,0	386240
Tr 60 x 7	59,575	60,000	56,020	56,375	51,431	52,000	1	2°16'	0,28	0,16	3,5	343450
Tr 60 x 9	59,500	60,000	54,935	55,360	49,329	50,000	1	2°57'	0,34	0,20	4,5	302600
Tr 70 x 10	69,470	70,000	64,425	64,850	58,319	59,000	1	2°48'	0,33	0,19	5,0	587540
Tr 80 x 10	79,470	80,000	74,425	74,850	68,319	69,000	1	2°26'	0,30	0,17	5,0	1069390
Tr 90 x 12	89,400	90,000	83,335	83,830	76,246	77,000	1	2°36'	0,31	0,18	6,0	1658969
Tr 95 x 16	94,290	95,000	86,250	86,810	76,110	77,000	1	3°21'	0,37	0,22	8,0	1647164
Tr 100 x 12	99,400	100,000	93,330	93,830	86,215	87,000	1	2°19'	0,29	0,17	6,0	2712072
Tr 100 x 16	99,290	100,000	91,250	91,810	81,110	82,000	1	3°10'	0,35	0,21	8,0	2124553
Tr 120 x 14	119,330	120,000	112,290	112,820	103,157	104,00	1	2°16'	0,28	0,16	7,0	5558591
Tr 120 x 16	119,290	120,000	111,250	111,810	101,110	102,00	1	2°36'	0,31	0,16	8,0	5130342
Tr 140 x 14	139,330	140,000	132,290	132,820	123,157	124,00	1	1°55'	0,25	0,14	7,0	11292921
Tr 160 x 16	159,290	160,000	151,250	151,810	141,110	142,00	1	1°55'	0,25	0,14	8,0	19462609

(1) Efekt użyteczny dla przekształcenia ruchu obrotowego w ruch liniowy, o współczynniku tarcia $f=0,1$ e $f=0,2$.

(2) Głębokość nośna gwintów śruby i nakrętki

Dane techniczne: Nakrętki trapezowe (patrz: strona każdego rodzaju nakrętek)

Średnica x skok	D 4 średnica zewnątrzna tolerancja H		D 2 średnica środkowa tolerancja 7 H		D 1 średnica wewnętrzna tolerancja 4 H		Krotność	Luz promieniowy Między śrubą a nakrętką		Luz osiowy Między śrubą a nakrętką	
	min.	max.	min.	max.	min.	max.		min.	max.	min.	max.
	mm		mm		mm						
Tr 10 x 2	10,500		9,000	9,250	8,000	8,236	1	0,071	0,511	0,019	0,137
Tr 10 x 3	10,500		8,500	8,780	7,000	7,315	1	0,085	0,577	0,023	0,155
Tr 10 x 4 (P2)	10,500		9,000	9,250	8,000	8,236	2	0,071	0,511	0,019	0,137
Tr 12 x 3	12,500		10,500	10,800	9,000	9,315	1	0,085	0,609	0,023	0,163
Tr 12 x 6 (P3)	12,500		10,500	10,800	9,000	9,315	2	0,085	0,609	0,023	0,163
Tr 14 x 3	14,500		12,500	12,800	11,000	11,315	1	0,085	0,609	0,023	0,163
Tr 14 x 4	14,500		12,000	12,355	10,000	10,375	1	0,095	0,715	0,025	0,192
Tr 14 x 6 (P3)	14,500		12,500	12,800	11,000	11,315	2	0,085	0,609	0,023	0,163
Tr 16 x 4	16,500		14,000	14,355	12,000	12,375	1	0,095	0,715	0,025	0,192
Tr 16 x 8 (P4)	16,500		14,000	14,355	12,000	12,375	2	0,095	0,715	0,025	0,192
Tr 18 x 4	18,500		16,000	16,355	14,000	14,375	1	0,095	0,715	0,025	0,192
Tr 18 x 8 (P4)	18,500		16,000	16,355	14,000	14,375	2	0,095	0,715	0,025	0,192
Tr 20 x 4	20,500		18,000	18,355	16,000	16,375	1	0,095	0,715	0,025	0,192
Tr 20 x 8 (P4)	20,500		18,000	18,355	16,000	16,375	2	0,095	0,715	0,025	0,192
Tr 20 x 20 (P5)	20,500		17,500	17,875	15,000	15,450	4	0,106	0,761	0,028	0,204
Tr 22 x 5	22,500		19,500	19,875	17,000	17,450	1	0,106	0,761	0,028	0,204
Tr 22 x 10 (P5)	22,500		19,500	19,875	17,000	17,450	2	0,106	0,761	0,028	0,204
Tr 24 x 5	24,500		21,500	21,900	19,000	19,450	1	0,106	0,806	0,028	0,216
Tr 24 x 10 (P5)	24,500		21,500	21,900	19,000	19,450	2	0,106	0,806	0,028	0,216
Tr 25 x 3	25,500		23,500	23,835	22,000	22,315	1	0,085	0,670	0,023	0,180
Tr 25 x 5	25,500		22,500	22,900	20,000	20,450	1	0,106	0,806	0,028	0,216
Tr 25 x 10 (P5)	25,500		22,500	22,900	20,000	20,450	2	0,106	0,806	0,028	0,216
Tr 25 x 25 (P5)	25,500		22,500	22,900	20,000	20,450	5	0,106	0,806	0,028	0,216
Tr 26 x 5	26,500		23,500	23,900	21,000	21,450	1	0,106	0,806	0,028	0,216
Tr 26 x 10 (P5)	26,500		23,500	23,900	21,000	21,450	2	0,106	0,806	0,028	0,216
Tr 28 x 5	28,500		25,500	25,900	23,000	23,450	1	0,106	0,806	0,028	0,216
Tr 28 x 10 (P5)	28,500		25,500	25,900	23,000	23,450	2	0,106	0,806	0,028	0,216
Tr 30 x 3	30,500		28,500	28,835	27,000	27,315	1	0,085	0,670	0,023	0,180
Tr 30 x 4	30,500		28,000	28,855	26,000	26,375	1	0,095	1,215	0,025	0,326
Tr 30 x 5	30,500		27,500	27,900	25,000	25,450	1	0,106	0,806	0,028	0,216
Tr 30 x 6	31,000		27,000	27,450	24,000	24,500	1	0,118	0,903	0,032	0,242
Tr 30 x 12 (P6)	31,000		27,000	27,450	24,000	24,500	2	0,118	0,903	0,032	0,242
Tr 30 x 30 (P5)	30,500		27,500	27,900	25,000	25,450	6	0,106	0,806	0,028	0,216
Tr 32 x 6	33,000		29,000	29,450	26,000	26,500	1	0,118	0,903	0,032	0,242
Tr 32 x 12 (P6)	33,000		29,000	29,450	26,000	26,500	2	0,118	0,903	0,032	0,242
Tr 35 x 3	35,500		33,500	33,835	32,000	32,315	1	0,085	0,670	0,023	0,180
Tr 35 x 4	35,500		33,000	33,355	31,000	31,375	1	0,095	0,715	0,025	0,192
Tr 35 x 5	25,500		32,500	32,900	30,000	30,450	1	0,106	0,806	0,028	0,216
Tr 35 x 6	36,000		32,000	32,450	29,000	29,500	1	0,118	0,903	0,032	0,242
Tr 35 x 8	36,000		31,000	31,500	27,000	27,630	1	0,132	1,007	0,035	0,270
Tr 36 x 6	37,000		33,000	33,450	30,000	30,500	1	0,118	0,903	0,032	0,242
Tr 36 x 12 (P6)	37,000		33,000	33,450	30,000	30,500	2	0,118	0,903	0,032	0,242

Dane techniczne: Nakrętki trapezowe (patrz: strona każdego rodzaju nakrętek)

Średnica x skok	D 4 średnica zewnętrzna tolerancja H		D 2 średnica środkowa tolerancja 7 H		D 1 średnica wewnętrzna tolerancja 4 H		Krotność	Luz promieniowy Między śrubą a nakrętką		Luz osiowy Między śrubą a nakrętką	
	min.	max.	min.	max.	min.	max.		min.	max.	min.	max.
	mm		mm		mm						
Tr 40 x 3	40,500		38,500	38,835	37,000	37,315	1	0,085	0,670	0,023	0,180
Tr 40 x 4	40,500		38,000	38,355	36,000	36,375	1	0,095	0,715	0,025	0,192
Tr 40 x 5	40,500		37,500	37,900	35,000	35,450	1	0,106	0,806	0,028	0,216
Tr 40 x 6	41,000		37,000	37,450	34,000	34,500	1	0,118	0,903	0,032	0,242
Tr 40 x 7	41,000		36,500	36,975	33,000	33,560	1	0,125	0,955	0,033	0,256
Tr 40 x 8	41,000		36,000	36,500	32,000	32,630	1	0,132	1,007	0,035	0,270
Tr 40 x 10	41,000		35,000	35,530	30,000	30,710	1	0,150	1,080	0,040	0,289
Tr 40 x 14 (P7)	41,000		36,500	36,975	33,000	33,560	2	0,125	0,955	0,033	0,256
Tr 40 x 40 (P8)	41,000		36,000	36,500	32,000	32,630	5	0,132	1,007	0,035	0,270
Tr 44 x 7	45,000		40,500	40,975	37,000	37,560	1	0,125	0,955	0,033	0,256
Tr 45 x 8	46,000		41,000	41,500	37,000	37,630	1	0,132	1,007	0,035	0,270
Tr 50 x 3	50,500		48,500	48,855	47,000	47,315	1	0,085	0,705	0,023	0,189
Tr 50 x 4	50,500		48,000	48,400	46,000	46,375	1	0,095	0,795	0,025	0,213
Tr 50 x 5	50,500		47,500	47,900	45,000	45,450	1	0,106	0,806	0,028	0,216
Tr 50 x 6	51,000		47,000	47,450	44,000	44,500	1	0,118	0,903	0,032	0,242
Tr 50 x 8	51,000		46,000	46,530	42,000	42,630	1	0,132	1,062	0,035	0,285
Tr 50 x 10	51,000		45,000	45,560	40,000	40,710	1	0,150	1,135	0,040	0,304
Tr 55 x 9	56,000		50,500	51,060	46,000	46,670	1	0,140	1,125	0,038	0,301
Tr 60 x 6	61,000		57,000	57,450	54,000	54,500	1	0,118	0,903	0,032	0,242
Tr 60 x 7	61,000		56,500	56,975	53,000	53,560	1	0,125	0,955	0,033	0,256
Tr 60 x 9	61,000		55,500	56,060	51,000	51,670	1	0,140	1,125	0,038	0,301
Tr 70 x 10	71,000		65,000	65,560	60,000	60,710	1	0,150	1,135	0,040	0,304
Tr 80 x 10	81,000		75,000	75,560	70,000	70,710	1	0,150	1,135	0,040	0,304
Tr 90 x 12	91,000		84,000	84,630	78,000	78,800	1	0,170	1,295	0,046	0,347
Tr 95 x 16	97,000		87,000	87,750	79,000	80,000	1	0,190	1,500	0,051	0,402
Tr 100 x 12	101,000		94,000	94,670	88,000	88,800	1	0,170	1,340	0,046	0,359
Tr 100 x 16	102,000		92,000	92,750	84,000	85,000	1	0,190	1,500	0,051	0,402
Tr 120 x 14	122,000		113,000	113,710	106,00	106,900	1	0,180	1,420	0,048	0,380
Tr 120 x 16	122,000		112,000	112,750	104,00	105,000	1	0,190	1,500	0,051	0,402
Tr 140 x 14	142,000		133,000	133,710	126,00	126,900	1	0,180	1,420	0,048	0,380
Tr 160 x 16	162,000		152,000	152,750	144,00	145,000	1	0,190	1,500	0,051	0,402

Ogólne kryterium wyboru

Wyboru spośród różnych dostępnych rodzajów śrub i nakrętek dokonuje się według następujących kryteriów:

Wybór śruby

Środowisko pracy

W środowiskach pracy pozbawionych wyjątkowych czynników utleniających bądź powodujących korozję, jest możliwe użycie śrub z C45. Jeżeli warunki te nie są spełnione, zaleca się stosowanie śrub z Inox A2 lub Inox A4, stali nierdzewnych szczególnie przystosowanych do użycia w następujących przypadkach:

- Wilgotność względna większa niż 70/80%
- Zanurzenie w wodzie, także w wodzie morskiej.
- Obecność szczególnych czynników korozyjnych np. chlorków. W przypadku obecności czynników szczególnie korozyjnych prosimy o kontakt z naszym Działem Technicznym.
- Jeżeli, z powodu szczególnych wymagań konstrukcyjnych, nie powinno zachodzić utlenianie komponentów, np. w przemyśle spożywczym. Zaleca się również zestawienie śruby z nakrętką typu HDA.
- Jeżeli śruby są umiejscowione w sposób uniemożliwiający smarowanie. Dla montażów "bez konserwacji" zaleca się zestawienie śruby z samosmarującą nakrętką z tworzywa sztucznego.
- Jeżeli temperatura pracy jest dość wysoka, ponieważ Inox A2 i Inox A4 posiadają wysoką "temperaturę żuźla", ze względu na ich charakterystyczną strukturę austenityczną materiału, nawet w temperaturze pokojowej.

Dokładność pozycjonowania

Dla śrub pozycjonujących wymagana jest kontrola błędu skoku gwintu śruby.

Oddajemy do dyspozycji klienta śruby z klasą dokładności 50 (50 µm/300 mm), 100 (100 µm/300 mm) i śruby z klasą dokładności 200 (200 µm/300 mm), wykonane z materiału C45 lub Inox A2.

Do standardowych śrub transportowych można używać śrub o klasie dokładności 200.

Samohamowność

Całkowita samohamowność występuje w przypadku śrub trapezowych przy kącie wzniosu gwintu $< 2^{\circ}30'$.

We wszystkich innych przypadkach jest możliwe, że na spoczywającą śrubę, obciążoną za pośrednictwem nakrętki (zwłaszcza w obecności wibracji), zadziała moment skręcający.

Mimo tego, śruby o kącie wzniosu do 5 lub 6 stopni wykazują wystarczająco dobrą samohamowność.

Wybór nakrętki

Środowisko pracy

Materiały użyte do produkcji nakrętek – brąz lub Inox 303, które oddajemy do dyspozycji klienta, są wysoce odporne na działanie zwykłych czynników utleniających, których zwykle używa się w towarzystwie śrub/nakrętek trapezowych. W przypadku obecności czynników szczególnie korozyjnych, prosimy o kontakt z naszym Działem Technicznym.

W przypadkach, gdy nie jest dozwolona obecność smaru lub oleju, zalecamy użycie samosmarujących nakrętek z tworzywa sztucznego.

Użycie tworzyw sztucznych ściśle wiąże się z warunkami pracy, więc nie zaleca się wybierania na podstawie intuicji, lecz wymagane jest, by skonsultować problem z naszym Działem Technicznym. Jest tak, ponieważ tworzywa sztuczne mają wyśmienite właściwości samosmarujące, ale jednocześnie posiadają ograniczenia związane z temperaturą pracy, problemem higroskopijności, a także innymi właściwościami mechanicznymi, które mogą być niezgodne z przeznaczeniem wybranego elementu. Wstępne badanie użycia docelowego, w tych przypadkach, jest więc obowiązkowe w celu uzyskania pozytywnych i satysfakcjonujących rezultatów.

Ogólne kryterium wymiarowania

Efektywne wymiarowanie pary śruba trapezowa/nakrętka trapezowa jest przeprowadzane według trzech punktów:

1. Wymiarowanie względem zużycia
2. Wymiarowanie względem krytycznego obciążenia zginającego
3. Wymiarowanie względem prędkości krytycznej

Aby para śruba/nakrętka funkcjonowała optymalnie w danych warunkach, musi być zwymiarowana względem wszystkich trzech powyższych punktów.

Wymiarowanie względem zużycia

Para śruba/nakrętka jest systemem wykorzystywanym od długiego czasu, w wielu sytuacjach, gdy potrzebne jest przeniesienie ruchu obrotowego na ruch liniowy. Moc całkowita przyłożona do śruby (P_t) jest zwracana na nakrętkę jako moc użyteczna (P_u). Stosunek $P_u/P_t = \eta$ jest zdefiniowany jako sprawność układu, która silnie zależy od współczynnika tarcia pomiędzy powierzchniami kontaktu śruby i nakrętki, a także od kąta wzniosu gwintu. Z powodu istniejącego tarcia statycznego, część mocy ulega przemianie w ciepło za każdym razem, gdy przeprowadzany jest ruch. Badając wspomniane tarcie statyczne, można otrzymać parametry wymagane do wycenienia dobrego funkcjonowania zestawu. Omawiane kryterium ma za zadanie ograniczyć ciśnienie powierzchni kontaktu z boki gwintu w taki sposób, by umożliwić łagodny poślizg pomiędzy dwiema powierzchniami i uniknąć erozji materiału nakrętki. Produkt $p \cdot V_{st}$ jest także ograniczony (p = ciśnienie powierzchni kontaktu, V_{st} = prędkość poślizgu przy uśrednionej średnicy gwintu), aby zmniejszyć moc, która zostaje zamieniona w ciepło. Pomaga to w utrzymaniu temperatury powierzchni kontaktu. To ograniczenie pozwala uniknąć uszkodzenia smaru w przypadku użycia nakrętek z brązu, podczas gdy używając samosmarujących nakrętek z tworzywa sztucznego bez stosowania dodatkowego smaru lub oleju, powinno się kontrolować temperaturę, ponieważ przy wysokich temperaturach obniżają się parametry produktów o kryteriach $p \cdot V_{st}$.

Obliczanie tarcia powierzchni kontaktu “p”

Tarcie powierzchni kontaktu “p” oblicza się zgodnie z następującym wzorem:

$$(1) \quad p = \frac{F}{A_t}$$

F = Siła osiowa [N]
 A_t = Całkowita powierzchnia nośna między zwojami śruby i nakrętki w płaszczyźnie prostopadłej do osi. [mm²]

$$(2) \quad A_t = \pi \cdot d_m \cdot Z \cdot H1$$

d_m = średnica średnia gwintu [mm]
 $H1$ = wymiar radialny wsparcia pomiędzy zwojami nakrętki [mm]
 Z = ilość zachodzących zwojów

$$Z = \frac{h \text{ nakrętki [mm]}}{\left(\frac{\text{skok rzeczywisty [mm]}}{\text{krotnosc}} \right)}$$

Dla standardowych nakrętek, wypisaliśmy w tabelach wartości A_t zależne od każdej nakrętki.

Obliczanie prędkości poślizgu “Vst”

Prędkość poślizgu można obliczyć za pomocą jednego z dwóch następujących wzorów:

- jeśli mamy już ustaloną ilość obrotów na minutę:

$$(3) \quad V_{st} = \frac{n \cdot P}{1000 \cdot \sin \alpha}$$

n = ilość obrotów śruby na minutę $\left[\frac{\text{obr.}}{\text{min.}} \right]$
 P = skok gwintu [mm]
 α = kąt wzniosu gwintu

- jeśli mamy ustalone, z jaką prędkością powinna przemieszczać się nakrętka:

$$(4) \quad V_{st} = \frac{V_{tr}}{\sin \alpha}$$

V_{st} = szybkość poślizgu na średnicę średnią. [m/min]
 V_{tr} = szybkość przemieszczania [m/min]
 α = kąt wzniosu gwintu

Proszę pamiętać, że ilość obrotów śruby na minutę i szybkość przemieszczania są związane następująco:

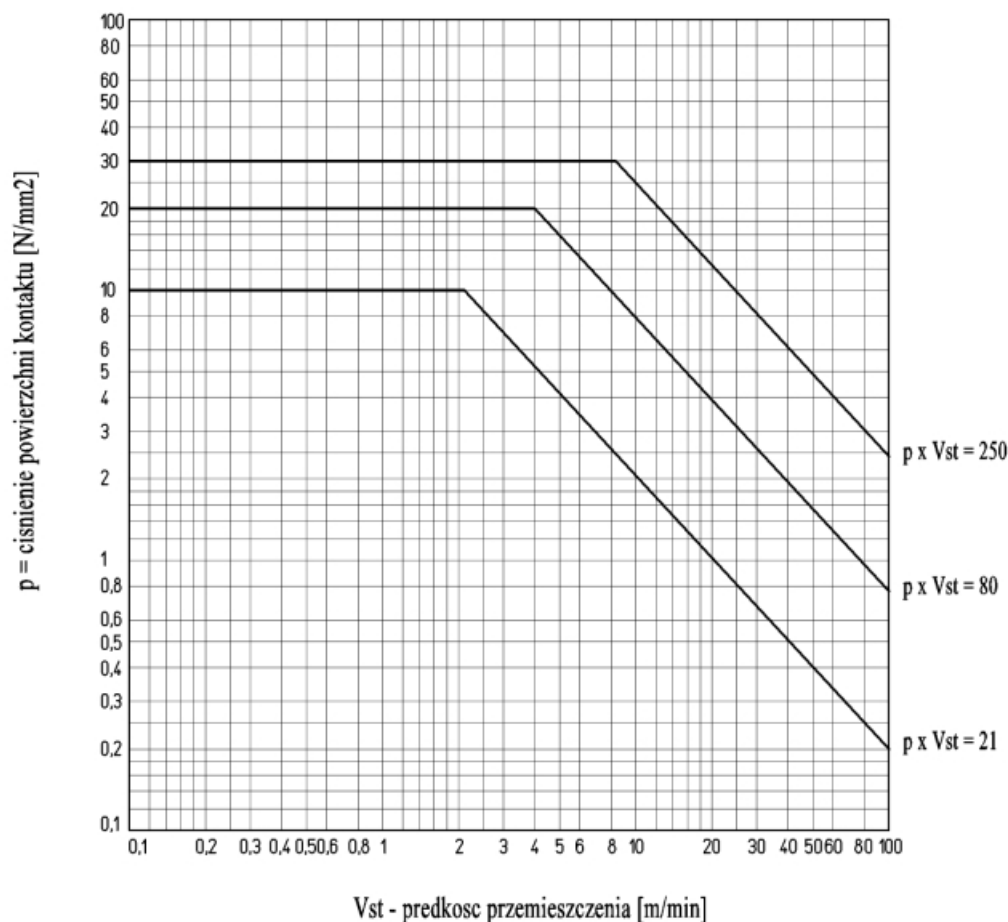
$$(5) \quad n = \frac{1000 \cdot V_{tr}}{P}$$

n = ilość obrotów na minutę
 V_{tr} = szybkość przemieszczania [m/min]
 P = skok gwintu [mm]

Wymiarowanie nakrętek z brązu

W przypadku nakrętek z brązu, badania nad produktem $p \cdot V_{st}$ pozwalają na stworzenie wykresu nr 1, gdzie są wyróżnione trzy strefy, z których każda jest scharakteryzowana przez pewne warunki pracy, które, z punktu widzenia gładkości powierzchni kontaktu, pozwalają nam dokonać oceny na bazie rezultatów wcześniej przeprowadzonych eksperymentów. Jest jednak zawsze wymagane stosowanie dobrego smarowania, możliwie olejem. Z małym smarowaniem lub bez niego warunki mogą się znacznie różnić.

Wykres n° 1 – Warunki gładkości dla brązu



Strefa A : strefa A jest ograniczona limitem $p \cdot V_{st} = 21$ [N/mm² · m/min]

W tej strefie działanie przebiega w najlepszych warunkach.

Ciągłość pracy jest możliwa, o ile ilość ciepła wyprodukowanego w tych limitach $p \cdot V_{st}$ jest stosunkowo niska.

W rezultacie czas życia nakrętki jest wydłużony.

Strefa B : strefa B jest ograniczona limitem $p \cdot V_{st} = 80$ [N/mm² · m/min]

W tej strefie działanie przebiega w cięższych warunkach.

Warunki poślizgu wymagają ciągłego smarowania, w celu powstrzymania korozji brązu i otrzymania długiego czasu życia nakrętki. Praca ciągła jest możliwa tylko w ograniczonych okresach czasu, ponieważ ilość wytworzonego ciepła może prowadzić do przegrzewania nakrętki. Zależy także od ilości zastosowanego oleju, który, oprócz smarowania, pomaga zredukować ciepło.

Jednakże czas życia nakrętki jest w efekcie ograniczony.

Strefa C : strefa C jest ograniczona limitem $p \cdot V_{st} = 250$ [N/mm² · m/min]

W tej strefie działanie przebiega w najcięższych warunkach.

Przy danych wartościach $p \cdot V_{st}$ praca ciągła jest niemożliwa. Nawet w obecności dobrego smarowania ma miejsce przegrzewanie się i bardzo szybkie zużycie nakrętki, ponieważ tarcie pomiędzy powierzchniami kontaktu powoduje szybką erozję nakrętki

Uwagi ogólne dotyczące nakrętek z brązu

We wszystkich trzech opisanych warunkach pracy, zużycie nakrętki z brązu jest w dużym stopniu uzależnione od warunków smarowania podczas jej użytkowania, jest więc niemożliwe podanie na etapie projektowania dopuszczalnych, referencyjnych wartości liczbowych, które odnoszą się do okresu przydatności nakrętki.

Zwraca się szczególną uwagę na użytkowanie w miejscach, w których temperatura środowiska pracy może przekroczyć 140/150°C, ponieważ dane temperatury mogą negatywnie wpłynąć na smar, powodując pogorszenie jego funkcjonowania i skrócenie czasu życia. W danych przypadkach zaleca się używanie smarów przystosowanych do użytkowania w podwyższonych temperaturach.

Współczynnik bezpieczeństwa dla sił bezwładności " f_i "

Podczas etapu wymiarowania należy również kontrolować, by siły bezwładności występujące podczas etapu przyspieszenia i opóźnienia były zawarte w taki sposób, by wartość produktu pozostawała w granicy kontrolowanych limitów. W przypadkach, gdy dane obliczenia okazują się problematyczne, np. w obecności ruchu niejednostajnego lub licznych zmian, należy uwzględnić współczynniki bezpieczeństwa zamieszczone w tabeli nr 1.

Tab. nr 1 : Współczynniki bezpieczeństwa dla sił bezwładności

Rodzaj obciążenia	f_i
Obciążenia statyczne z kontrolowanymi rampami przyspieszenia/opóźnienia	od 1 do 0,5
Obciążenia statyczne z obciążeniami dynamicznymi	od 0,5 do 0,33
Zmienne obciążenia i prędkości	od 0,33 do 0,25
Obciążenia uwzględniające obecność uderów i wibracji	od 0,25 do 0,17

Współczynnik " f_i " służy do korekty wartości produktu " $(p \cdot V_{st})_{\max}$ " uzyskanej z wykresu nr 1, biorąc pod uwagę największą prędkość przemieszczenia dopuszczoną przez wartości ciśnienia powierzchni kontaktu, w omawianym przypadku; zaleca się zastosowanie limitu właściwego dla obowiązującej "strefy" (A,B lub C). By określić dopuszczalną wartość produktu odpowiadającą danemu przypadkowi stosuje się wzór (6).

$$(6) \quad p \cdot V_{st \text{ am}} = (p \cdot V_{st})_{\max} \cdot f_i$$

Przykład obliczeń z nakrętką z brązu

Wymiarowanie względem zużycia stale pracującej nakrętki z brązu, nie przekraczającej granicznej wartości maksymalnej $p \bullet V_{st} = 21$ (Strefa A), przy zastosowaniu dobrego smarowania.

Stałe obciążenie osiowe, nie podlegające znacznym zmianom, z siłami bezwładności ograniczonymi przez kontrolowane rampy przyspieszenia/opóźnienia.

Obciążenie osiowe $F = 1200 \text{ N}$ (1 Kg $f = 9,81 \text{ N}$)
Prędkość stałego przemieszczenia $V_{tr} = 2,8 \text{ m/min}$

Ocena produktu $p \bullet V_{st}$ z wykorzystaniem nakrętki typu FTN 30 AR (nakrętka kołnierzowa z brązu aluminiowego z gwintem Tr 30x6 pojedynczym prawym).

Oblicza się ciśnienie powierzchni kontaktu, używając wzoru (1) (patrz str. 57)

$$p = \frac{F}{A_t} = \frac{1200 \left[\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right]}{2120 \left[\text{mm}^2 \right]} = 0,57 \left[\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right]$$

F = Siła osiowa [N]
 A_t = Powierzchnia nośna między zwojami śruby i nakrętki w płaszczyźnie prostopadłej do osi [mm²]

Prędkość przemieszczenia oblicza się za pomocą (4) (patrz str. 57)

$$V_{st} = \frac{V_{tr}}{\sin \alpha} = \frac{2,8 \left[\frac{\text{m}}{\text{min}} \right]}{\sin 4^\circ 03'} \quad V_{st} \cong 39,6 \left[\frac{\text{m}}{\text{min}} \right]$$

V_{tr} = prędkość przemieszczenia $\left[\frac{\text{m}}{\text{min}} \right]$
 α = kąt wzniosu gwintu

Wartość produktu $p \bullet V_{st}$ wynosi:

$$p \bullet V_{st} = 0,57 \left[\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right] \bullet 39,6 \left[\frac{\text{m}}{\text{min}} \right] \cong 22,57 \left[\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \bullet \frac{\text{m}}{\text{min}} \right]$$

Maksymalna wartość dopuszczalna $p \bullet V_{st}$, dla której możliwe jest ciągłe funkcjonowanie, skorygowana współczynnikiem bezpieczeństwa f_i obliczonym według Tabeli 1, w tym przypadku = 0,77, jak wynika z (6) (patrz str. 59)

$$p \bullet V_{st \text{ am}} = (p \bullet V_{st})_{\max} \bullet f_i = 21 \bullet 0,77 \left[\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \bullet \frac{\text{m}}{\text{min}} \right] \quad p \bullet V_{st \text{ am}} = 16,15 \left[\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \bullet \frac{\text{m}}{\text{min}} \right]$$

Ponieważ maksymalna wartość dopuszczalna produktu $p \bullet V_{st}$ jest mniejsza niż wartość, którą uzyskamy przy użyciu nakrętki typu FTN 30 AR, weryfikujemy używając nakrętki typu HDL 30 AR (nakrętka kołnierzowa z brązu, o długości 3xTr, z prawym gwintem Tr 30x6).

Ciśnienie powierzchni kontaktu wynika z (1) (patrz str. 57)

$$p = \frac{F}{A_t} = \frac{1200 \left[\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right]}{3816 \left[\text{mm}^2 \right]} = 0,31 \left[\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right]$$

F = Siła osiowa [N]
 A_t = Powierzchnia nośna między zwojami śruby i nakrętki w płaszczyźnie prostopadłej do osi [mm²]

Prędkość przemieszczenia pozostaje taka sama względem poprzednich obliczeń.

$$V_{st} = 39,6 \left[\frac{\text{m}}{\text{min}} \right]$$

Wartość $p \bullet V_{st}$ wynosi teraz:

$$p \bullet V_{st} = 0,31 \left[\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right] \bullet 39,6 \left[\frac{\text{m}}{\text{min}} \right] \cong 12,28 \left[\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \bullet \frac{\text{m}}{\text{min}} \right]$$

Teraz wartość uzyskana jest mniejsza, niż dopuszczalna, więc zostaje wybrana nakrętka typu HDL 30 AR.

Wymiarowanie nakrętek z tworzywa sztucznego

W zastosowaniach, w których ważny jest niski poziom hałas lub nie jest dozwolone smarowanie (smarem lub olejem), zalecane są samosmarujące nakrętki z tworzywa sztucznego. Użycie tworzyw sztucznych ściśle wiąże się z warunkami pracy, więc nie zaleca się wybierania na podstawie intuicji, lecz wymagane jest, by skonsultować problem z naszym Działem Technicznym. Jest tak, ponieważ tworzywa sztuczne mają wyśmienite właściwości samosmarujące, ale jednocześnie posiadają ograniczenia związane z temperaturą pracy, problemem higroskopijności, a także innymi właściwościami mechanicznymi, które mogą być niezgodne z przeznaczeniem wybranego elementu. Wstępne badanie użycia docelowego, w tych przypadkach, jest więc obowiązkowe w celu uzyskania pozytywnych i satysfakcjonujących rezultatów.

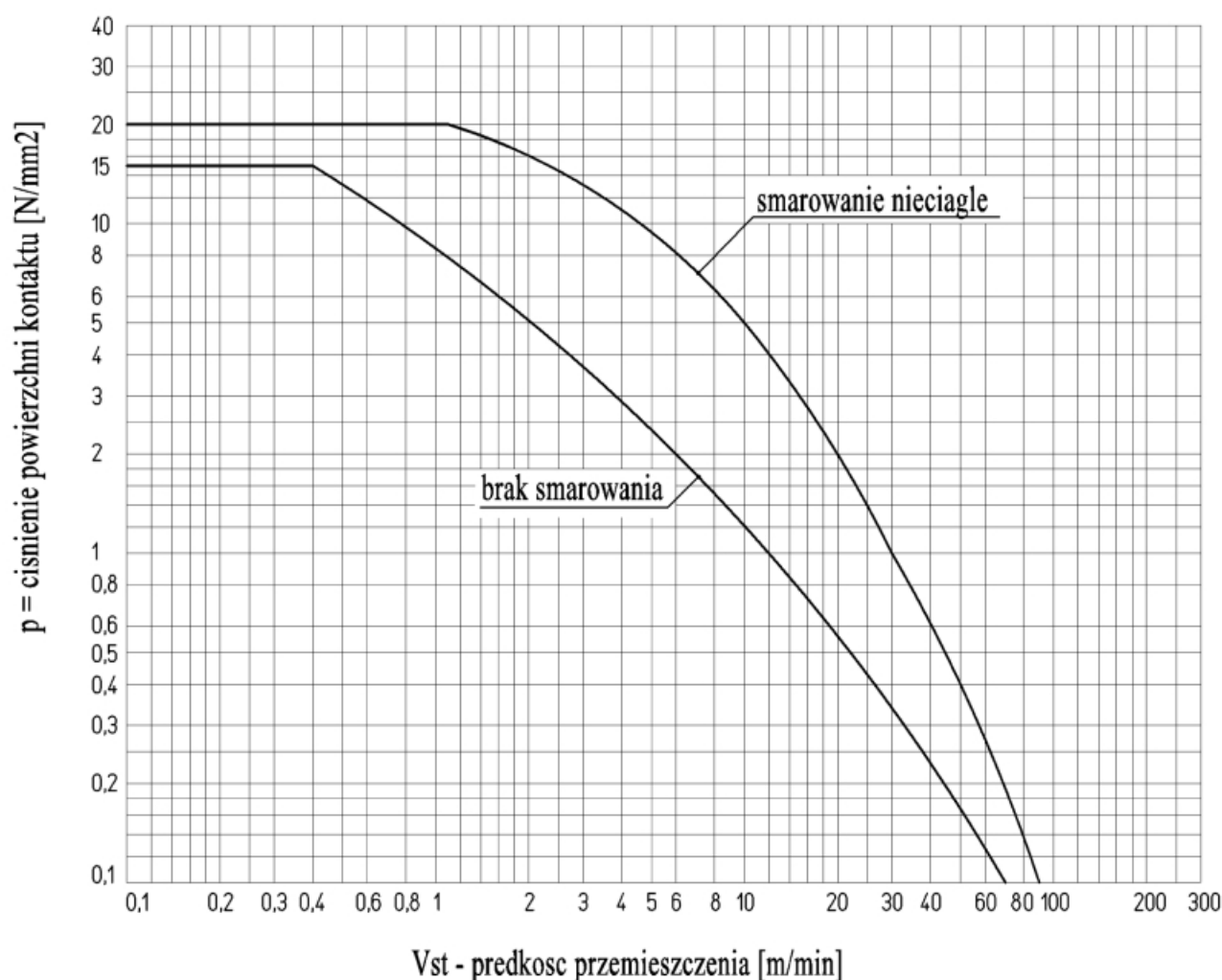
W przypadku nakrętek z tworzywa sztucznego, badania nad produktem p•Vst pozwoliły wyznaczyć krzywą wartości p•Vst, w granicy których następuje łagodny, stały w czasie poślizg powierzchni kontaktu, przy ograniczonym zużyciu nakrętki. Nie jest możliwa praca poza tymi wartościami, ponieważ erozja powierzchni kontaktu nakrętki ze śrubą powodowałaby znacznie przyspieszone zużycie nakrętki.

Nakrętki cylindryczne typu MPH

Wykres nr 2 przedstawia ograniczenia produktu p•Vst odnoszące się do nakrętek typu MPH. Ponieważ ten typ tworzywa sztucznego jest wytrzymały na zużycie, ale nie jest samosmarujący, uznano za konieczne wyznaczenie krzywej dla materiału nie smarowanego, a także materiału smarowanego z przerwami.

Wykres nr 2 – Warunki poślizgu nakrętek typu MPH

Warunki próby: – praca ciągła – temperatura 23°C – wilgotność względna około 50%



Samosmarujące nakrętki kolnierzowe z tworzywa sztucznego o długości 3xTr FCS

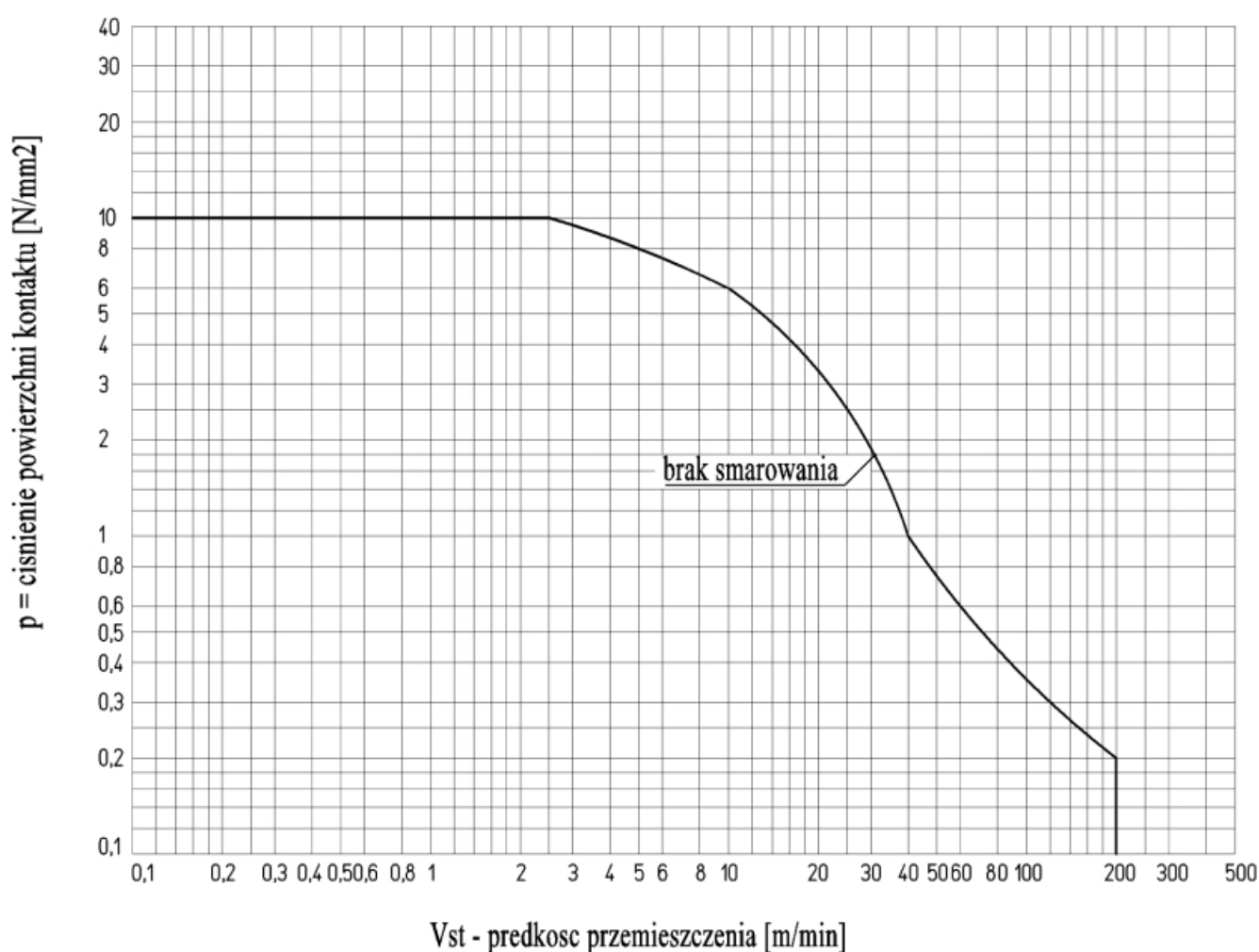
Wykres nr 3 przedstawia ograniczenia produktu $p \cdot V_{st}$ odnoszące się do nakrętek typu FCS. Tworzywo sztuczne wykorzystane w nakrętkach typu FCS posiada wysoką wytrzymałość na zużycie i jest całkowicie samosmarujące.

Przed zastosowaniem nakrętek typu FCS zaleca się przeczytanie informacji na stronie 50.

Wykres nr 3

Warunki poślizgu dla nakrętek typu FCS z samosmarującego tworzywa sztucznego

Warunki próby: – praca ciągła – temperatura 23°C – wilgotność względna około 50% bez smarowania



Rozważania ogólne nad nakrętkami z tworzywa sztucznego

Użycie tworzyw sztucznych ściśle wiąże się z warunkami pracy, więc nie zaleca się wybierania na podstawie intuicji, lecz wymagane jest, by skonsultować problem z naszym Działem Technicznym. Jest tak, ponieważ tworzywa sztuczne mają wyśmienite właściwości samosmarujące, ale jednocześnie posiadają ograniczenia związane z temperaturą pracy, problemem higroskopijności, a także innymi właściwościami mechanicznymi, które mogą być niezgodne z przeznaczeniem wybranego elementu. Wstępne badanie użycia docelowego, w tych przypadkach, jest więc obowiązkowe w celu uzyskania pozytywnych i satysfakcjonujących rezultatów.

Współczynnik bezpieczeństwa dla sił bezwładności " f_i "

Podczas etapu wymiarowania, wymagane jest sprawdzenie, czy wartości sił bezwładności obecnych podczas faz przyśpieszenia i opóźnienia, są na tyle małe, by wartości $p \cdot V_{st}$ mieściły się w kontrolowanych limitach. W przypadkach, gdy dane obliczenia okazują się problematyczne, np. w obecności ruchu niejednostajnego lub licznych zmian, należy uwzględnić współczynniki bezpieczeństwa zamieszczone w tabeli nr 2.

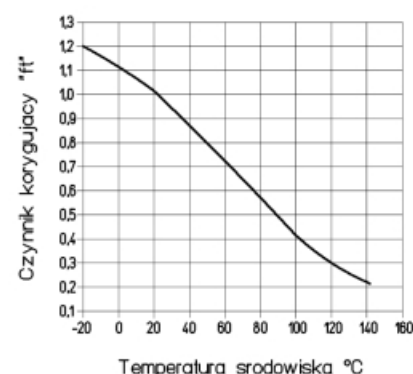
Tab. nr 2 : Współczynniki bezpieczeństwa dla sił bezwładności

Rodzaj obciążenia	f_i
Obciążenia statyczne z kontrolowanymi rampami przyśpieszenia/opóźnienia	od 1 do 0,5
Obciążenia statyczne z obciążeniami dynamicznymi	od 0,5 do 0,33
Zmienne obciążenia i prędkości	od 0,33 do 0,25
Obciążenia uwzględniające obecność uderów i wibracji	od 0,25 do 0,17

Czynnik korygujący dla temperatury środowiska pracy

Stosując nakrętki z tworzywa sztucznego typu MPH lub FCS, wartość dopuszczalna $p \cdot V_{st}$ musi być skorygowana także w funkcji temperatury środowiska pracy. Tworzywo sztuczne w wysokiej temperaturze staje się bardziej miękkie i wytrzymuje mniejsze obciążenia. W temperaturach niższych staje się twardsze i wytrzymuje większe obciążenia. Czynniki korygujące " f_t " przedstawiono na wykresie nr 4.

Wykres nr 4 - Czynniki korygujące " f_t " dla nakrętek typu MPH i FCS



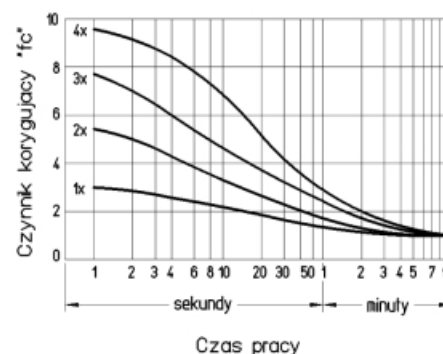
Czynnik korygujący zależny od nieciągłego użycia

Nakrętki z tworzywa sztucznego, które pracują w cyklach nieciągłych przez stosunkowo krótkie odcinki czasu, nie osiągają wartości granicznych dopuszczalnej temperatury powierzchni kontaktu ze śrubą. Temperatura ta zmniejsza walory produktów $p \cdot V_{st}$, zgodnie z wykresami nr 2 i nr 3, które odnoszą się do nakrętek typu MPH i FCS w ciągłym użyciu. Dopuszczalna wartość $p \cdot V_{st}$, dla nakrętki pracującej w cyklu nieciągłym, jest większa, niż w przypadku cykli ciągłych. Wartość czynnika " f_c " odczytuje się z wykresu nr 5. Krzywe "x" przedstawiają stosunek czasu pracy do czasu zatrzymania nakrętki.

- 1 x oznacza czas zatrzymania identyczny z czasem pracy.
- 2 x oznacza czas zatrzymania dwa razy dłuższy niż czas pracy.
- 3 x oznacza czas zatrzymania trzy razy dłuższy niż czas pracy.
- 4 x oznacza czas zatrzymania cztery razy dłuższy niż czas pracy.

Znaleźć na osi odciętych wartość czasu pracy, wznieść się pionowo, aż do przecięcia odpowiedniej krzywej, która opisuje stosunek między czasem zatrzymania i czasem pracy, następnie przemieścić się poziomo i przeczytać wartość " f_c ".

Wykres nr 5 - Czynniki korygujące " f_c " dla nakrętek typu MPH i FCS



Wartości trzech współczynników " f_i ", " f_t ", " f_c " służą do korekty maksymalnej wartości produktu " $(p \cdot V_{st})$ " odczytanej z wykresu nr 2 (dla nakrętek typu MPH) lub wykresu nr 3 (dla nakrętek typu FCS), uwzględniając maksymalną prędkość przemieszczenia dopuszczoną w "warunkach próby", względem wartości ciśnienia powierzchni kontaktu, w danym przypadku.

Aby znaleźć dopuszczalny $p \cdot V_{st}$ w odniesieniu do rozważanego przypadku, korzysta się z (7): $p \cdot V_{st \text{ am}} = (p \cdot V_{st})_{\text{max}} \cdot f_i \cdot f_t \cdot f_c$

Przykład obliczeń z samosmarującą nakrętką z tworzywa sztucznego

Wymiarowanie względem zużycia samosmarującej nakrętki kołnierkowej typu FCS o długości $3xTr$, działającej według poniższych założeń:

- Statyczne obciążenie osiowe z siłą bezwładności ograniczoną krzywymi kontrolowanego przyspieszenia i opóźnienia $F = 1750 \text{ N}$
- Prędkość przemieszczenia $= 10 \text{ m / min}$
- Czas pracy $= 20 \text{ sec.}$ z czasem zatrzymania $= 60 \text{ sec.}$
- Temperatura środowiska pracy $= 50^\circ\text{C}$
- Całkowity brak smarowania

Nakrętki typu FCS są doskonale samosmarujące, więc są dostosowane do funkcjonowania w danych warunkach. Wybiera się nakrętkę z pomiędzy dostępnych, która może być kompatybilna z wymiarami realizowanego systemu przemieszczenia, a następnie weryfikuje, czy wartość obliczanego produktu $p \cdot V_{st}$ jest mniejsza od wartości dopuszczalnej, odczytanej z wykresu nr 3 i skorygowanej przez współczynniki " f_i ", " f_t " ed " f_c " odczytane z tabeli nr 2 i wykresów nr 4 i 5.

Wybieramy nakrętkę typu FCS40AR (samosmarująca nakrętka kołnierkowa z tworzywa sztucznego $3xTr$ z gwintem $Tr 40x7 \text{ dx}$)

Oblicza się ciśnienie powierzchni kontaktu za pomocą (1)

$$p = \frac{F}{A_t} = \frac{1750 [\text{N}]}{6880 [\text{mm}^2]} \quad \begin{array}{l} F = \text{Siła osiowa} [\text{N}] \\ A_t = \text{Powierzchnia nośna między zwojami śrub i nakrętek w płaszczyźnie prostopadłej do osi} [\text{mm}^2] \end{array}$$

$$p = 0,25 \left[\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right]$$

Prędkość przemieszczenia otrzymuje się z (4)

$$V_{st} = \frac{V_{tr}}{\sin \alpha} = \frac{10 \left[\frac{\text{m}}{\text{min}} \right]}{\sin 3^\circ 30'} \quad \begin{array}{l} V_{tr} = \text{prędkość przemieszczenia} \left[\frac{\text{m}}{\text{min}} \right] \\ \alpha = \text{kąt wzniosu gwintu} \end{array}$$

$$V_{st} \cong 164 \left[\frac{\text{m}}{\text{min}} \right]$$

Wartość produktu $p \cdot V_{st}$ wynosi:

$$p \cdot V_{st} = 0,25 \left[\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right] \cdot 164 \left[\frac{\text{m}}{\text{min}} \right] \cong 41 \left[\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot \frac{\text{m}}{\text{min}} \right]$$

Z wykresu nr 3 odczytujemy, że dla stanu stałego funkcjonowania w 23°C z $p = 0,125 \left[\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right]$ dopuszczalna wartość V_{st} wynosi $V_{st} \cong 140 \left[\frac{\text{m}}{\text{min}} \right]$

$$\text{więc } (p \cdot V_{st})_{\max} = 0,25 \cdot 140 = 35 \left[\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot \frac{\text{m}}{\text{min}} \right]$$

- Z tabeli nr 2 odczytujemy wartość współczynnika " f_i ". W naszym przypadku " f_i " może być przyjęte: " f_i " = 0,75
- Wartość współczynnika " f_t " z wykresu nr 4. W naszym przypadku, ze środowiskiem pracy 50°C , możemy przyjąć " f_t " = 0,8
- Wartość współczynnika " f_c " z wykresu nr 5. W naszym przypadku, z czasem pracy = 20 sec. i czasem zatrzymania = 60 sec., więc

$$\frac{\text{czas zatrzymania}}{\text{czas pracy}} = 3 \text{ (krzywa } 3x) \quad \text{możemy przyjąć } "f_c" = 3,7$$

Maksymalną dopuszczalną wartość produktu $p \cdot V_{st}$ w badanym przypadku, oblicza się z (7) :

$$p \cdot V_{st \text{ am}} = (p \cdot V_{st})_{\max} \cdot f_i \cdot f_t \cdot f_c = 35 \left[\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot \frac{\text{m}}{\text{min}} \right] \cdot 0,75 \cdot 0,8 \cdot 3,7 = 77,7 \left[\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot \frac{\text{m}}{\text{min}} \right]$$

Ponieważ obliczona wartość $p \cdot V_{st}$ w badanym przypadku jest mniejsza niż wartość dopuszczalna, nakrętka typu FCS 40 AR może być wykorzystana do tego ruchu.