

O-KRÚŽKY



presne • tesne • na mieru



O-KRÚŽKY

OBSAH

Všeobecné informácie	3
Tvarové, povrchové a rozmerové prípustné odchýlky podľa normy ISO 3601	4
Najpoužívanéjšie kaučuky s ich obchodným označením	5
Povrchová úprava	7
Funkcie	8
Tvrdosť	9
Správanie o-krúžku pod tlakom	11
Geometria drážky priestoru montáže o-krúžku	12
Radiálna, statická, resp. dynamická montáž tesnenia piestu (tesnenie zvonku)	13
Radiálna, statická, resp. dynamická montáž tesnenia piestnice (tesnenie zvnútra)	14
Axiálna, statická montáž tesnenia príruby	16
Montáž o-krúžkov	21
Drsnosti povrchu	22
Montážny priestor pre PTFE o-krúžky	23
Montážny priestor pre FEP a PFA opláštené o-krúžky	24
Oporné krúžky	25
Nekonečná vulkanizácia	28
Uskladnenie o-krúžkov	29
Špeciálne, extrémne odolné materiálové prevedenie o-krúžkov	30

VŠEOBECNÉ INFORMÁCIE

Krúžky kruhového prierezu (o-krúžky), slúžia k tesneniu pohyblivých alebo nepohyblivých častí hydraulických a pneumatických zariadení a strojov. Tvarovo je o-krúžok prstenec s kruhovým prierezom.

Tesnenie o-krúžkom je prostriedok k zabráneniu nežiaducemu úniku alebo straty kvapaliny či plynov (tzv. médiám).

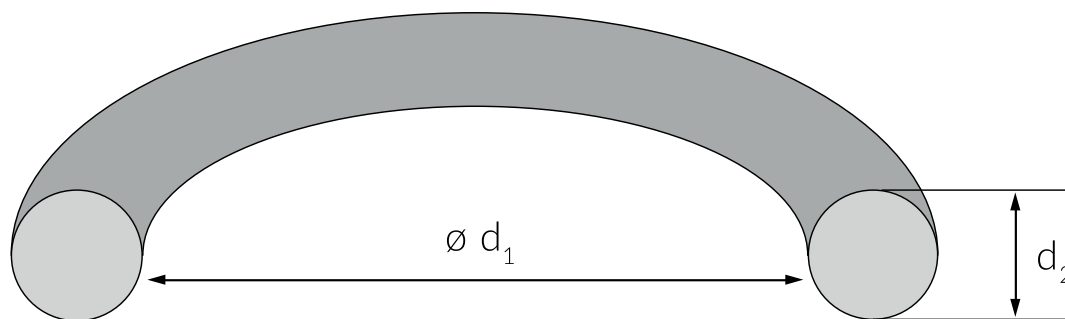
O-krúžok je najrozšírenejším tesnením, pretože sa dá ľahko a jednoducho namontovať a potrebuje iba málo montážneho priestoru. Pri správnom dimenzovaní drážky a voľbe materiálu môže byť tesnenie použité ako statické alebo pohyblivé, v rámci teplotných rozmedzí materiálu po veľmi dlhú dobu.

Popis

O-krúžok je uzatvorený krúžok s kruhovitým profilom, vyrobený prevažne z pružného materiálu ako guma (elastomér). Rozmery o-krúžku sú definované vnútorným priemerom d_1 a priemerom prierezu d_2 .

O-krúžky sa vyrábajú vulkanizáciou z rôznych kaučukových zmesí do vyhrievaných vstrekovacích alebo lisovacích foriem bez spojov a švov.

Dodávané o-krúžky majú štandardné, ale aj neštandardné rozmery.



Určenie rozmerov o-krúžku

Výhody o-krúžkov:

- 1) Tesní v širokom rozsahu tlaku, teplôt a tolerancií.
- 2) Ľahká údržba, nevyžaduje doťahovanie.
- 3) Malý nárok na priestor.
- 4) Nízka hmotnosť.
- 5) Možnosť opakovaného použitia.
- 6) Zlyhanie o-krúžkov sa prejavuje obvykle pozvoľna a upozorňuje na nutnosť výmeny.
- 7) Konštantné stlačenie o-krúžkov pri axiálnom utesnení zamedzuje jeho znehodnotenie na rozdiel od plochého tesnenia.
- 8) Ekonomicky najvýhodnejšie konštrukčné riešenie.

Vyššie spomínané výhody urobili z o-krúžkov jedno z najrozšírenejších tesnení a pokrývajú širokú škálu použitia.

TVAROVÉ, POVRCHOVÉ A ROZMEROVÉ PRIPUSTNÉ ODCHÝLKY PODĽA NORMY ISO 3601

Prípustné odchýlky pre priemer prierezu o-krúžku podľa ISO 3601

Pre všeobecné priemyselné použitie

Priemer prierezu d_2 (mm)	1,02	1,27	1,52	1,78	2,62	3,53	5,33	6,99
Prípustná odchýlka	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09	0,10	0,13	0,15

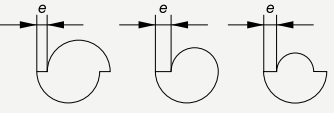
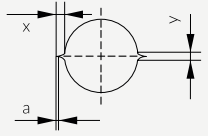
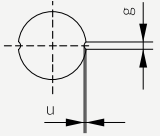
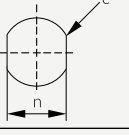
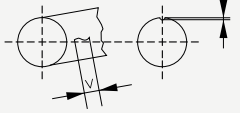
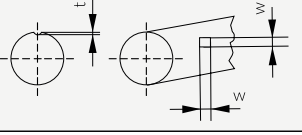
Všetky údaje v tabuľke sú uvedené v mm.

Pre všeobecné priemyselné použitie (nenormované o-krúžky)

Priemer prierezu d_2 (mm)	$0,80 < d_2 \leq 2,25$	$2,25 < d_2 \leq 3,15$	$3,15 < d_2 \leq 4,50$	$4,50 < d_2 \leq 6,3$	$6,30 < d_2 \leq 8,40$
Prípustná odchýlka	0,08	0,09	0,10	0,13	0,15

Všetky údaje v tabuľke sú uvedené v mm.

Tvarové a povrchové odchýlky o-krúžkov podľa ISO 3601

Druhy odchýlky	Schematické znázornenie (v priereze)	Rozmer	$>0,8 \leq 2,25$	$>2,25 \leq 3,15$	$>3,15 \leq 4,50$	$>4,50 \leq 6,30$	$>6,30 \leq 8,40$
Zošikmenie a odchýlka tvaru		e	0,08	0,10	0,13	0,15	0,15
Kombinované, ostrá hrana		x	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18
		y	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18
		a	Nie väčší než 0,07 mm				
Zárez		g	0,18	0,27	0,36	0,53	0,70
		u	0,08	0,08	0,10	0,10	0,13
Oblasť odhrotovania		n	Ohrotovanie je dovolené, ak je zaistený minimálny priemer n u d_2				
Stopy po toku, radiálne rozťaženie nie je prípustné		v	1,50	1,50	6,50	6,50	6,50
		k	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Priehlbiny, miesta vtiahnutia		w	0,60	0,80	1,00	1,30	1,70
		t	0,08	0,08	0,10	0,10	0,13

Všetky údaje v tabuľke sú uvedené v mm.

NAJPOUŽÍVANEJŠIE KAUČUKY S ICH OBCHODNÝM OZNAČENÍM

V nasledujúcej tabuľke je uvedený prehľad najpoužívanějších kaučukov, z ktorých sa vyrábajú elastomérové tesniace materiály so značkou a výberom obchodného označenia.

Základný kaučuk	Značka	Obchodný názov
Nitril-butadién kaučuk	NBR	Perbunan [®] , Europrene N [®] , Krynac [®] ,
Styrén-butadién kaučuk	SBR	Europrene [®] , Buna-S [®]
Hydrogenakrylonitril-butadién kaučuk	HNBR	Therban [®] , Zetpol [®]
Chloroprén kaučuk	CR	Baypren [®] , Neoprene [®]
Akrylát kaučuk	ACM	Nipol AR [®] , Hytemp [®] , Cyanacryl [®]
Etylén-akrylát kaučuk	AEM	Vamac [®]
Fluor kaučuk	FKM (FPM)	Viton [®] , Dai-El TM , Tecnoflon [®]
	FEPM	Viton [®] Extreme, Aflas [®]
Perfluor kaučuk	FFKM	COG Resist [®] , Perlast [®] , Kalrez [®] , Chemraz [®]
Metyl-vinyl silikónový kaučuk	VMQ	Elastosil [®] , Silopren [®]
Fluorosilikónový kaučuk	FVMQ	Silastic [®]
Polyuretán kaučuk	AU/EU	COG VarioPur [®] , Urepan [®] , Adiprene [®]
Ethyl-propylén kaučuk	EPM, EPDM	Buna EP [®] , Dutral [®] , Nordel TM
Epichlorhydrin kaučuk	ECO	Hydrin [®]
Prírodný kaučuk	NR	Smoked Sheet [®] , Pale Crepe [®]
Polyisoprénový kaučuk	IR	Natsyn [®]
Opláštené (COG Resist)	FEP	
Opláštené (COG Resist)	PFA	

Prehľad niektorých kaučukov (zoznam nie je úplný)



Teplotný rozsah bežných elastomérových materiálov (médium: vzduch)

Názov materiálu	Doba prevádzky 1000 hodín	Dosiahnuteľné iba za určitých predpokladov so špeciálnymi materiálmi
NBR	-25 až +120 °C	-60 až -25 °C
H-NBR	-15 až +150 °C	-30 až -15 °C
FKM (FPM)	-20 až +220 °C	-50 až -20 °C a +130 až +150 °C
EPDM	-15 až +130 °C	-50 až -15 °C a +130 až +150 °C
MVQ (SI)	-55 až +200 °C	-
PU kaučuk	-30 až +100 °C	-50 až -30 °C a +110 až +125 °C
CR	-30 až +100 °C	-40 až -30 °C a +100 až +110 °C
FFKM	-15 až +260 °C	-45 až -15 °C a +240 až +325 °C



DOBRÁ RADA

Aplikačná teplota je závislá od média, ktoré sa utesňuje. To znamená, že stálosť o-krúžku pri 100 °C na vzduchu nie je totožná s odolnosťou proti oleju pri 100 °C.

Veľký význam má stálosť elastomérov voči rôznym médiám. Pritom existujú dva druhy zmeny: fyzikálne a chemické.

Fyzikálne zmeny

Sem patrí v prvej rade zmena objemu (bobtnanie, resp. zmršťovanie) elastoméru v médiu. Pri bobtnaní elastomér médiom nasiakne, pričom sa zmenia technologické hodnoty elastoméru (napr. úbytok pevnosti v ťahu alebo tvrdosti). To ale neznamená, že sa tesnenie stane nefunkčným. Vysoké nabobtnanie objemu môže viesť k preplneniu priestoru pre montáž (drážka), čím sa o-krúžok mechanicky naruší. S údajmi o bobtnaní Vám poradia naši odborne vyškolení technickí pracovníci.

Pri zmršťovaní sa pôsobením média (napr. minerálnych olejov) uvoľňujú zložky zmesi (napr. zmäkčovadla). To môže viesť k tomu, že stlačenie tesnenia bude príliš malé a dôjde k úniku-netesnosti. Tomu sa však musí za všetkých okolností zabrániť.

Chemické zmeny

Pri chemických zmenách dochádza k narušeniu elastoméru pri kontakte s médiom, pretože stvrdne, stáva sa krehkým a stráca svoje elastické vlastnosti. Chemickému pôsobeniu sa tiež musí zabrániť.

Naši technickí pracovníci Vám radi poradia a pomôžu s výberom vhodného materiálového prevedenia o-krúžkov.



DÔLEŽITÉ UPOZORNENIE

Chemickému pôsobeniu a fyzikálnemu zmršťovaniu o-krúžku sa musí bezpodmienečne zabrániť.

POVRCHOVÁ ÚPRAVA

Pri o-krúžkoch je možné spraviť špeciálnu povrchovú úpravu, aby sa zabránilo zlepeniu, redukoval sa koeficient trenia alebo sa uľahčila montáž.

Podľa toho, ako sa povrchová vrstva nanáša a od spôsobu použitia, vyplývajú nasledujúce výhody:

- lepšie oddelovanie
- zjednodušenie montáže
- zníženie adhezivity
- redukcia trecích odporov / zníženie opotrebenia
- dobrá zmáčavosť silikónom a lakom
- zlepšenie mazacích vlastností
- redukcia Stick-slip
- zníženie záberových síl
- zjednodušenie pri automatickej montáži

Nomenklatúra	Druh nanášania	Cieľ nanášania
PTFE-ME	PTFE transparentný	Zjednodušenie montáže
PTFE-FDA	PTFE mliečna biela	Pomoc pri montáži
PTFE transparentný	PTFE transparentný	Podmienené dynamické použitie
PTFE čierny	PTFE čierny	Dynamické použitie
PTFE šedý	PTFE šedý	Dynamické použitie
Polysiloxan	Silikónová živica	Pomoc pri montáži
Silikónovanie	Silikónový olej	Zjednodušenie montáže
Púdrovanie	Klzký púder	Zjednodušenie montáže
Nanášanie sulfidu molybdeničitého	Prášok MoS ₂	Zjednodušenie montáže
Grafitovanie	Grafitový prášok	Zjednodušenie montáže

Možnosti nanášania a ich typické použitie



FUNKCIE

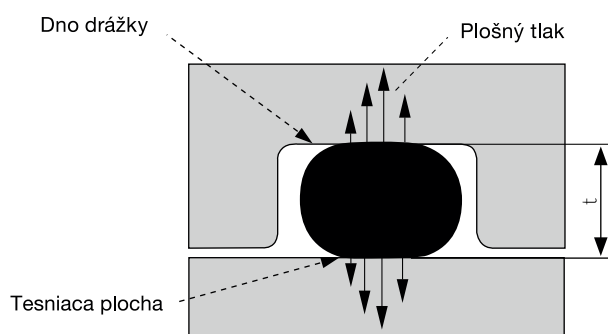
Tesniaci účinok o-kružku je výsledkom elastickej deformácie jeho profilu (priemer prierezu d_2) v príslušnom priestore pre montáž (drážka). Kruhový profil sa deformuje do elipsy, čím sa uzavrie tesnená medzera medzi tesniacou, resp. kontaktnou plochou a dnom drážky. Tým je dosiahnuté príslušné stlačenie, ktoré je nutné k dosiahnutiu tesniaceho účinku.

Rozsah deformácie prierezu o-kružku závisí od hĺbky drážky t . Táto deformácia sa zvyčajne uvádza ako percentuálne stlačenie a môže byť zistená z diagramov.

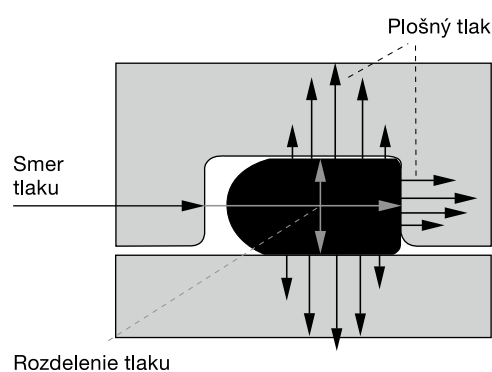
Ako stlačenie sa označuje ten podiel percenta priemeru prierezu d_2 , o ktorý je tento priemer v stave namontovania stlačený. Stlačenie určuje teda hĺbka drážky. Pri rovnakom percentuálnom stlačení sa sily deformácie spolu s pribúdajúcim d_2 zväčšujú. Pre ich vyrovnanie sa percentuálne stlačenie s pribúdajúcim d_2 znižuje. Prípadne existujúci tlak utesňovaného média o-kružku dodatočne stláča, čo je pre utesnenie pozitívne, pretože tesniaci účinok je v určitých medziach podporovaný (zvýšenie plošného tlaku).

Tlakom je o-kružok tlačný k boku drážky na opačnej strane pôsobenia tlaku. Aby sa zabránilo, že o-kružok bude pritom zatlačený do tesnenej medzery, mala by byť táto medzera čo možno najmenšia. Pri radiálnom tesnení by sa malo počítať s tolerančným uložením H8/f7, pri axiálnom tesnení H11/h11.

Pokiaľ by toto nemohlo byť zaistené alebo sa očakávajú veľké tlaky, mala by byť pre o-kružok zvolená čo najvyššia tvrdosť materiálu. Inak môže dôjsť k takzvanej extrúzií do škáry, a tým k zničeniu o-kružku.



Stlačený o-kružok v priestore pre montáž bez pôsobenia tlaku



Stlačený o-kružok v priestore pre montáž pri pôsobení tlaku



DOBRÁ RADA

Priemer prierezu d_2 musí byť vždy väčší ako hĺbka priestoru pre montáž.

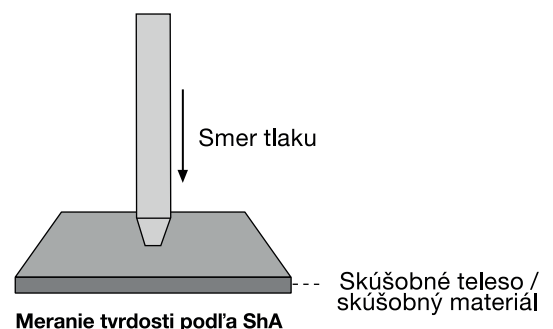
TVRDOSŤ

Pod tvrdosťou sa rozumie odpor telesa proti vnikaniu tvrdšieho telesa určitého tvaru pri definovanej sile tlaku v určitom čase. Meria sa podľa ShA (Shore) alebo IRHD (International Rubber Hardness Degree). Porovnateľné hodnoty sú zisťované na normovaných vzorkách a uvedené v jednotke ShA. Pre meranie na hotovom diele sa používa väčšinou meranie IRHD. Hodnoty tvrdosti na hotovom diele sa odchyľujú od hodnôt, zistených na normovaných vzorkách, pretože hrúbky dielov, skrivené povrchy alebo hodnoty merané na okraji nie sú porovnateľné a meracie metódy sa môžu líšiť.

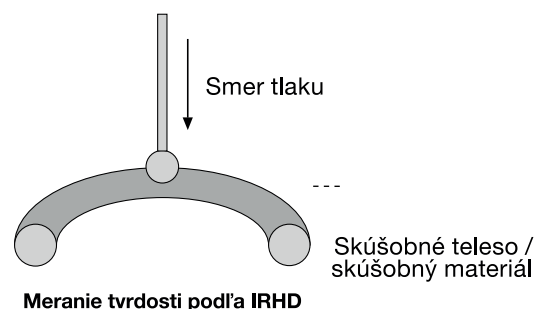
Pri hrúbke prierezu $\leq 3\text{mm}$ je účelné meranie tvrdosti možné iba podľa IRHD.

Meranie

Tento obrázok ukazuje vnikajúce teleso (zrezaný ihlan) pre meranie tvrdosti podľa ShA (DIN 53505).



Tento obrázok ukazuje vnikajúce teleso tvrdosti (gule) pre meranie tvrdosti podľa IRHD.



Tvrdosť musí byť prispôsobená napríklad hodnote tlaku systému. Čím je väčšia mäkkosť elastoméru, tým ľahšie je deformovaný a vtlačený do drážky. Na druhej strane mäkký elastomér utesňuje vďaka väčšej pružnosti už za malého tlaku a pri nerovnom povrchu.

Správny výber materiálu a jeho tvrdosti je závislý od nasledujúcich požiadaviek:

- chemická odolnosť
- teplotná odolnosť
- tlaková odolnosť
- veľkosť tesniacej škáry



DOBRÁ RADA

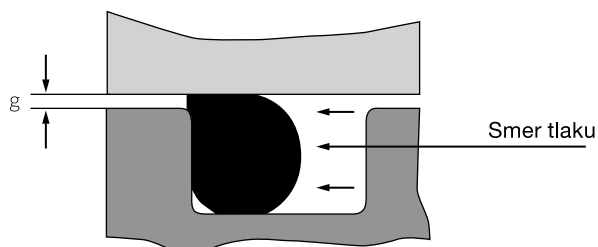
- Tvrdosť nie je znak kvality, ale predstavuje vlastnosť, ktorá hrá úlohu pri tesniacom procese.
- Pri hrúbke prierezu priemeru $\leq 1,6\text{ mm}$ nie je meranie tvrdosti na o-kružkoch účelné.



Názov materiálu	Tvrdosť ShA (+/-5)
NBR	70
	80
	90
H-NBR	70
FKM (FPM)	80
	75
EPDM	70
MVQ (SI)	70
FMVQ	70
PU kaučuk	93
CR	70
FFKM	75
PTFE	-

SPRÁVANIE O-KRÚŽKU POD TLAKOM

Sklon k extrúzii je veľkou mierou ovplyvnený rozmerom škáry „g“ medzi časťami stroja. Vôľa závisí na spracovaní, metóde zhotovenia, toleranciách, ktoré majú vplyv na vôľu častí pod tlakom a iné.

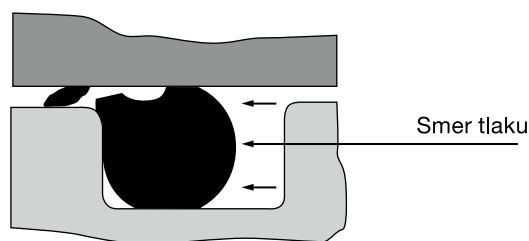


DOBRÁ RADA

Rozmer škáry by mal byť urobený čo možno najmenší.



Príliš veľká tesniaca škára môže viesť k extrúzii (extrúzia do škáry) k zničeniu elastoméru.



O-krúžky s tvrdosťou 90 ShA dovoľujú nepatrne väčšiu šírku škáry oproti štandardným o-krúžkom s tvrdosťou 70 ShA. Smerodajné hodnoty rozmeru škáry uvedené v tabuľke nižšie pre štandardné elastoméry predstavujú pri centrickom usporiadaní zástavbových častí maximálne hodnoty.

Tvrdosť o-krúžku 70 ShA					
Tlak (bar)	Rozmer škáry g				
≤ 35	0,08	0,09	0,10	0,13	0,15
≤ 70	0,05	0,07	0,08	0,09	0,10
≤ 100	0,03	0,04	0,05	0,07	0,08
Tvrdosť o-krúžku 90 ShA					
Tlak (bar)	Rozmer škáry g				
≤ 35	0,13	0,15	0,20	0,23	0,25
≤ 70	0,10	0,13	0,15	0,18	0,20
≤ 100	0,07	0,09	0,10	0,13	0,15
≤ 140	0,05	0,07	0,08	0,09	0,10
≤ 175	0,04	0,05	0,07	0,08	0,09
≤ 210	0,03	0,04	0,05	0,07	0,08
≤ 350	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04



DOBRÁ RADA

Všetky údaje pozostávajú z hodnôt vychádzajúcich zo skúseností a treba ich považovať iba za smerodajné hodnoty.



GEOMETRIA DRÁŽKY PRIESTORU MONTÁŽE O-KRÚŽKU

Aby mohli o-krúžky zaistiť správnu funkciu tesnenia, je nutné ich vložiť k tomu vytvorenému priestoru pre montáž, do tzv. drážok. Tento priestor pre montáž je spravidla pomocou sústružníckeho noža zapichnutý do hriadeľa, vyvrtaného otvoru alebo vyfrézovaný pomocou frézy do do obrábaného kusu. Geometria tejto drážky je spravidla pravouhlá. Obrázok nižšie znázorňuje typickú pravouhlú drážku s rozmermi, ktoré sú odporúčané v príslušných normách.

Znázornenie typickej pravouhlej drážky

Vysvetlivky:

t = hĺbka drážky

b = šírka drážky

h = výška priestoru pri montáži

g = tesniaca škára (rozmer škáry)

P = tlak média

A = povrch protiláhlej plochy

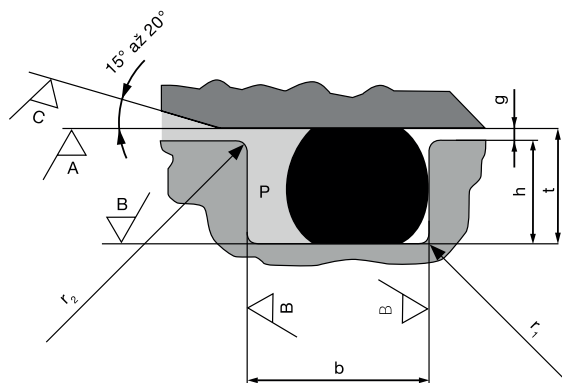
B = povrch strán drážky a dna drážky

C = povrch zavádzaného nábehu

r_1 = rádius na dne drážky

r_2 = rádius na hornej hrane drážky

z = dĺžka zavádzacieho nábehu



Určenie hĺbky drážky t

Pomer priemeru prierezu d_2 o-krúžku k hĺbke drážky t určuje počiatočné stlačenie. Pritom je voľba hĺbky drážky závislá od príslušného použitia. Pri statickom použití by malo byť počiatočné stlačenie medzi 15 až 30%. Pri dynamickom použití by mala byť zvolená väčšia hĺbka drážky a tým menšie stlačenie, obvyčajne medzi 6 až 20%.

Určenie šírky drážky b

Šírka drážky b vyplýva z priemeru prierezu d_2 o-krúžku a eliptického tvaru po stlačení s prídáním voľného priestoru, do ktorého môže médium vstúpiť, aby sa zaistilo rovnomerné pôsobenie tlaku na tesnenie.

Pri určení šírky drážky je najdôležitejším kritériom zabránenie prepĺnenia drážky. Preto sa bežne pri koncepcii drážky vychádza z toho, že o-krúžok by ju mal vyplniť iba na 85%, aby mal v prípade zväčšenia objemu (bobtnanie, termické rozpínanie) možnosť eventuálneho roztiahnutia.



DOBRÁ RADA

Hĺbka drážky je zodpovedná za stlačenie o-krúžku.

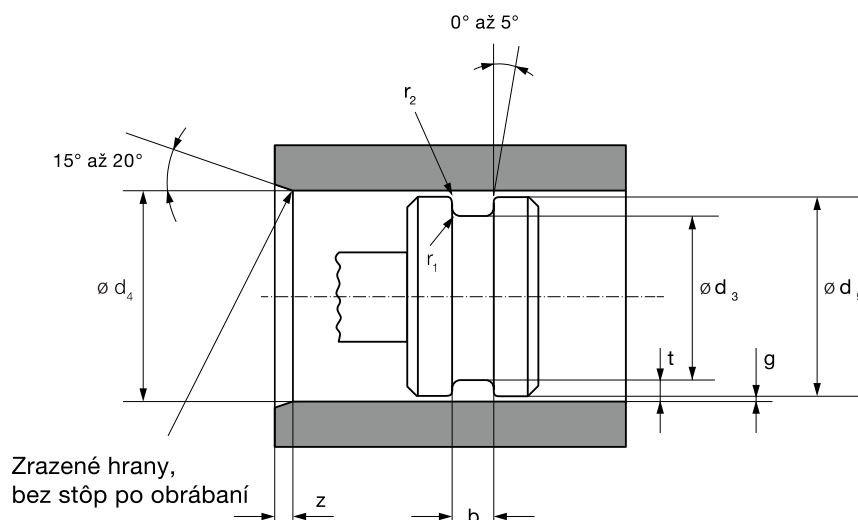


DÔLEŽITÉ UPOZORNENIE

Šírku drážky je potrebné prispôbiť možnému zväčšeniu objemu o-krúžku.

RADIÁLNA, STATICKÁ, RESP. DYNAMICKÁ MONTAŽ TESNENIA PIESTU (TESNENIE ZVONKU)

Nasledujúci obrázok ukazuje schematické znázornenie rezu priestoru pre montáž v prípade použitia radiálnej, statickej, resp. dynamickej montáže o-krúžku v tesnení piestu.



Znázornenie priestoru pre montáž radiálneho tesnenia piestu

Vysvetlivky k označeniu priestoru pre montáž o-krúžku

Označenie	Tolerancia	Vysvetlenie
d ₄	H8	Priemer vŕtaného otvoru
d ₉	f7	Priemer piestu (priemer hriadeľa)
d ₃	h11	Vnútorň priemer priestoru pre montáž (priemer dna drážky)
b	+ 0,25	Šírka priestoru pre montáž o-krúžku (šírka drážky)
g		Rozmer škáry
t		Radiálna hĺbka priestoru pre montáž (hĺbka drážky)
r ₁	+/- 0,1 ...0,2	Rádus na dne drážky
r ₂	+/- 0,1	Rádus na hornej hrane drážky
z		Dĺžka zavádzacieho nábehu (> d ₂ / 2), vid' tabuľka pre montáž o-krúžkov



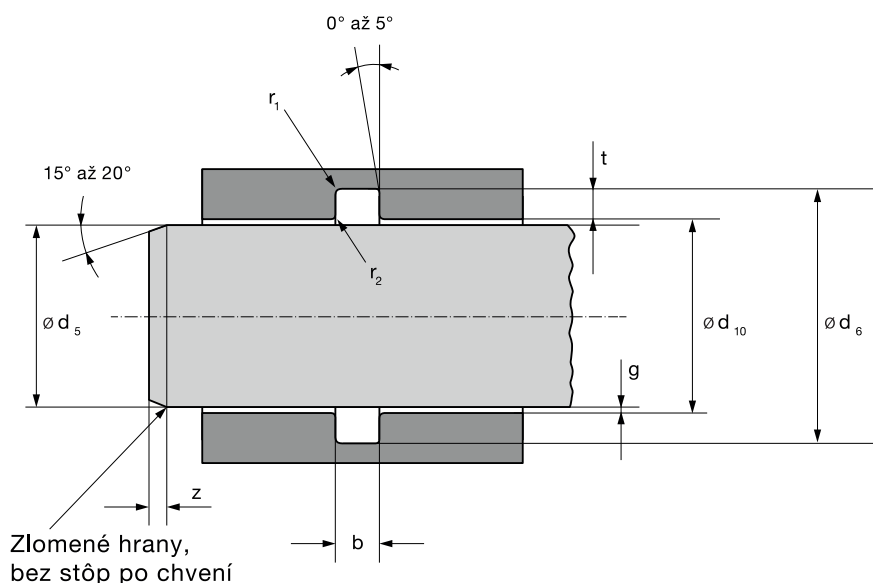
DOBRÁ RADA

Tento druh utesnenia sa uprednostňuje pri radiálnej montáži.



RADIÁLNA, STATICKÁ, RESP. DYNAMICKÁ MONTÁŽ TESNENIA PIESTU (TESNENIE ZVNÚTRA)

Nasledujúci obrázok ukazuje schematické znázornenie rezu priestoru pre montáž pre montáž v prípade použitia radiálnej, statickej, resp. dynamickej montáže o-krúžku v tesnení piestnice.



Znázornenie priestoru pre montáž statického, radiálneho tesnenia piestnice

Vysvetlivky k označeniu priestoru pre montáž o-krúžku

Označenie	Tolerancia	Vysvetlenie
d_{10}	H8	Priemer vŕtaného otvoru
d_5	f7	Priemer piestnice
d_6	H11	Vonkajší priemer priestoru pre montáž (priemer dna drážky)
b	+ 0,25	Šírka priestoru pre montáž o-krúžku (šírka drážky)
g		Rozmer škáry
t		Radiálna hĺbka priestoru pre montáž (hĺbka drážky)
r_1	+/- 0,1 ...0,2	Rádus na dne drážky
r_2	+/- 0,1	Rádus na hornej hrane drážky
z		Dĺžka zavádzacieho nábehu ($> d_2 / 2$), vid' tabuľka pre montáž o-krúžkov

Výber rozmerov platný pre montáž o-kružkov z materiálu NBR s tvrdosťou 70 ShA v závislosti od priemeru prierezu d₂.

d ₂	b	t		r ₁	r ₂	z _{min}
		staticky	dynamicky			
1,00	1,58	0,70	0,75	0,3	0,1	0,62
1,50	2,19	1,05	1,15	0,30	0,1	0,92
1,78	2,53	1,30	1,40	0,30	0,1	1,10
2,00	2,78	1,50	1,60	0,30	0,1	1,15
2,50	3,37	1,90	2,00	0,30	0,1	1,43
2,62	3,51	2,00	2,10	0,30	0,1	1,50
3,00	3,98	2,30	2,40	0,60	0,2	1,53
3,53	4,67	2,70	2,80	0,60	0,2	1,80
4,00	5,23	3,10	3,30	0,60	0,2	2,03
4,50	5,90	3,50	3,80	0,60	0,2	2,28
5,00	6,48	3,90	4,30	0,60	0,2	2,53
5,33	6,86	4,20	4,60	0,60	0,2	2,70
5,50	7,05	4,40	4,80	1,00	0,2	2,83
6,00	7,59	4,80	5,20	1,00	0,2	3,09
6,50	8,17	5,30	5,60	1,00	0,2	3,35
6,99	8,68	5,80	6,00	1,00	0,2	3,60
7,50	9,29	6,30	6,50	1,00	0,2	3,86
8,00	9,88	6,80	7,00	1,00	0,2	4,12
9,00	11,14	7,70	7,90	1,00	0,2	4,64
10,00	12,38	8,60	8,80	1,00	0,2	5,15

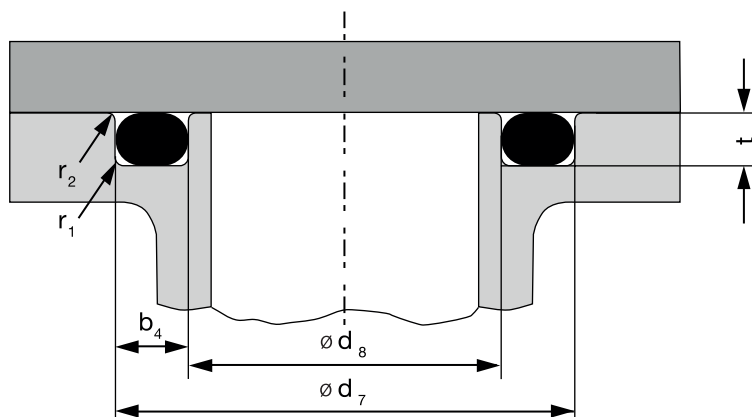
Všetky údaje v tabuľke sú uvedené v mm.

Upozornenie:

Hodnoty uvedené v tabuľke sú len orientačné, môže ich ovplyvniť médium, teplota, ako aj spôsob montáže.

AXIÁLNA, STATICKÁ MONTÁŽ TESNENIA PRÍRUBY

Nasledujúci obrázok ukazuje schematické znázornenie rezu priestoru pre montáž pre prípad použitia axiálneho tesnenia príruby.



Znázornenie priestoru pre montáž axiálneho tesnenia

Vysvetlivky k označeniu priestoru pre montáž o-krúžku

Označenie	Tolerancia	Vysvetlenie
d_7	H11	Vonkajší priemer priestoru pre montáž
d_8	h11	Vnútorný priemer priestoru pre montáž
b_4	+ 0,20	Šírka priestoru pre montáž o-krúžku pri axiálnej montáži (šírka drážky)
t	+ 0,1	Axiálna výška priestoru pre montáž
r_1	+/- 0,1 ...0,2	Rádus na dne drážky
r_2	+/- 0,1	Rádus na hornej hrane drážky

Výber rozmerov platný pre montáž o-krúžkov z materiálu NBR s tvrdosťou 70 ShA v závislosti od priemeru prierezu d_2 .

d_2	b_4	t	r_1	r_2
1,00	1,90	0,70	0,30	0,1
1,50	2,80	1,10	0,30	0,1
1,78	3,20	1,30	0,30	0,1
2,00	3,40	1,50	0,30	0,1
2,50	3,90	1,90	0,30	0,1
2,62	4,00	2,00	0,30	0,1
3,00	4,60	2,30	0,60	0,2
3,53	5,30	2,70	0,60	0,2
4,00	6,00	3,10	0,60	0,2
4,50	6,50	3,50	0,60	0,2
5,00	7,40	3,90	0,60	0,2
5,33	7,60	4,20	0,60	0,2
5,50	7,60	4,40	1,00	0,2
6,00	8,00	4,80	1,00	0,2
6,50	8,40	5,30	1,00	0,2
6,99	8,70	5,70	1,00	0,2
7,50	9,50	6,20	1,00	0,2
8,00	9,80	6,70	1,00	0,2
9,00	11,10	7,60	1,00	0,2
10,00	12,20	8,60	1,00	0,2

Všetky údaje v tabuľke sú uvedené v mm.

Rozmery montáže pre o-krúžky v axiálnom tesnení príruby

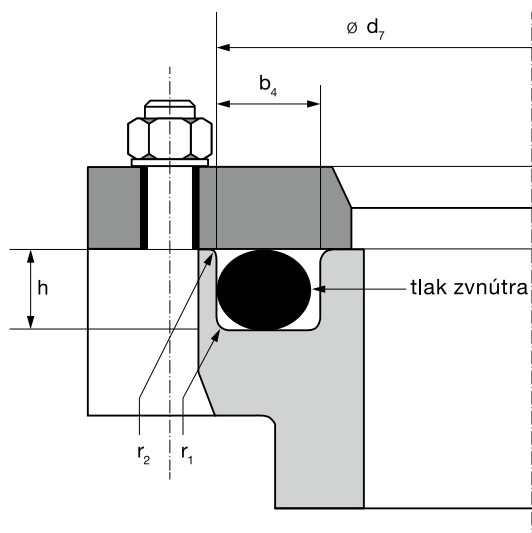
Upozornenie:

Hodnoty uvedené v tabuľke sú len orientačné, môže ich ovplyvniť médium, teplota, ako aj spôsob montáže.

Určenie vnútorného priemeru pri tlaku zvnútra

Pri vnútornom tlaku by mal byť vonkajší priemer o-krúžku ($d_1 + 2d_2$) totožný s vonkajším priemerom drážky d_7 . To znamená, že o-krúžok by mal doliehať na vonkajšom priemere priestoru pre montáž d_7 .

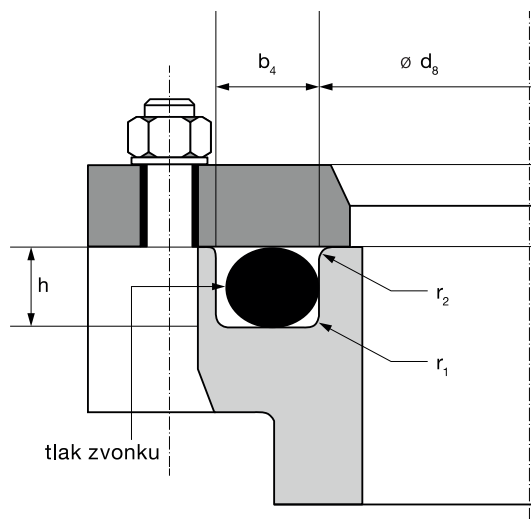
Tesnenie príruby – tlak zvnútra



Určenie vnútorného priemeru pri tlaku zvonku

Pri vonkajšom tlaku by mal byť vnútorný priemer d_1 o-krúžku totožný s vnútorným priemerom drážky d_8 .

Tesnenie príruby – tlak zvonku

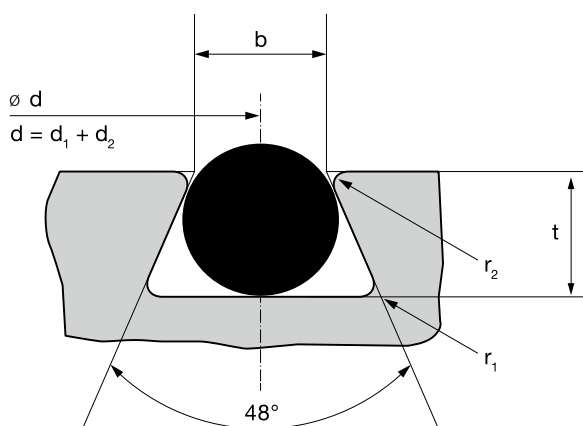


DÔLEŽITÉ UPOZORNENIE

Treba brať na vedomie smer pôsobenia tlaku!

Lichobežníková drážka

Tento tvar drážky je žiadúci vtedy, aby o-kružok počas montáže nevypadol. Táto drážka je vhodná aj v prípade, že tesníme sedlo ventilu, kde plyny alebo kvapaliny prúdením tvoria podtlakové zóny, ktoré tesnenie z drážky vytlačajú. Opracovanie drážky je náročné a drahé, preto sa odporúča toto použitie až od hrúbky priemeru $d_2 \geq 2,5\text{mm}$.



Znázornenie lichobežníkovej drážky

d_2	$b \pm 0,05$	$t \pm 0,05$	r_2	r_1
2,50	2,30	2,00	0,25	0,40
2,62	2,40	2,10	0,25	0,40
3,00	2,70	2,40	0,25	0,40
3,55	3,20	2,80	0,25	0,80
4,00	3,70	3,10	0,25	0,80
5,00	4,40	4,00	0,25	0,80
5,33	4,80	4,20	0,40	0,80
6,00	5,50	4,80	0,40	0,80
7,00	6,50	5,60	0,40	1,60
8,00	7,50	6,50	0,40	1,60
9,00	8,50	7,20	0,40	1,60
10,00	9,50	8,60	0,40	1,60

Všetky údaje v tabuľke sú uvedené v mm.

Montážne rozmery lichobežníkovej drážky

Upozornenie

Hodnoty uvedené v tabuľke sú len orientačné, môže ich ovplyvniť médium, teplota, ako aj spôsob montáže.



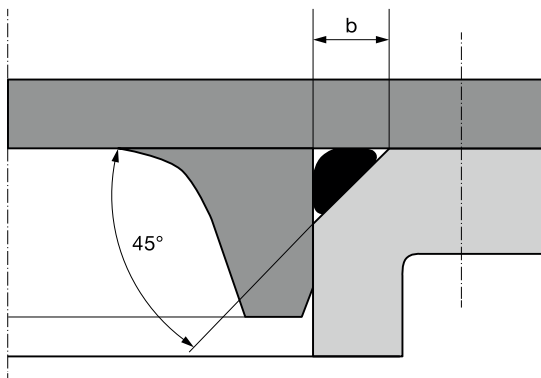
DÔLEŽITÉ UPOZORNENIE

Šírka drážky b sa pri lichobežníkovej drážke meria na hranách pred odhrotovaním. Rádus r_2 je treba zvoliť tak, aby o-kružok pri vložení do drážky nebol poškodený a pri vyšších tlakoch neprišlo k pohybu škáry (extrúzia do škáry).



Trojuholníková drážka

Tento tvar drážky sa používa pri tesnení príruby a poklopov. O-kružok v tomto priestore pre montáž dosadne do troch strán. Definované stlačenie o-kružku tým však nie je zaručené. Dodatočne vyplývajú problémy pri zhotovení, pri ktorom sú stanovené tolerancie ledva na dosiahnutie, preto tesniaca funkcia nie je vždy zaistená. Okrem toho drážka poskytuje iba málo priestoru pre prípadné bobtnanie o-kružku.



Znázornenie trojuholníkovej drážky

Ak sa tomuto tvaru drážky nemožno vyhnúť, mali by sa zvoliť rozmery a tolerancie uvedené v nasledujúcej tabuľke. Priemer prierezu o-kružku d_2 by mala byť podľa možnosti viac než 3 mm.

d_2	b
1,78	2,40 + 0,10
2,00	2,70 + 0,10
2,50	3,40 + 0,15
2,62	3,50 + 0,15
3,00	4,00 + 0,20
3,53	4,70 + 0,20
4,00	5,40 + 0,20
5,00	6,70 + 0,25
5,33	7,10 + 0,25
6,00	8,00 + 0,30
6,99	9,40 + 0,30
8,00	10,80 + 0,30
8,40	11,30 + 0,30
10,00	13,60 + 0,35

Všetky údaje v tabuľke sú uvedené v mm.

Montážne rozmery trojuholníkovej drážky

MONTÁŽ O-KRÚŽKOV

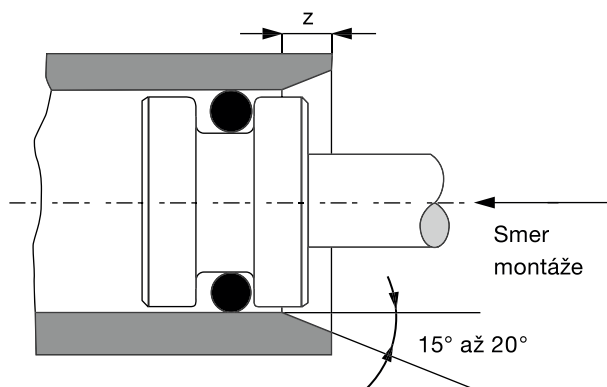
Najdôležitejšie pokyny k montáži o-krúžkov:

- O-krúžky nikdy nepreťahujte cez ostré hrany.
- Nečistoty alebo iné usadeniny v drážke alebo na o-krúžku sú neprípustné.
- Zabráňte akémukoľvek riziku zámeny s inými o-krúžkami.
- O-krúžky nikdy nelepte.
- O-krúžky nepreťahujte cez vŕtané otvory.
- Pokiaľ možno, používajte vždy montážny olej alebo tuk.
- Vyskúšajte znášateľnosť pomocou nástroja s ostrými hranami.
- Krátkodobé roztiahnutie vnútorného priemeru o-krúžku až o 20% je pre montáž prípustné.

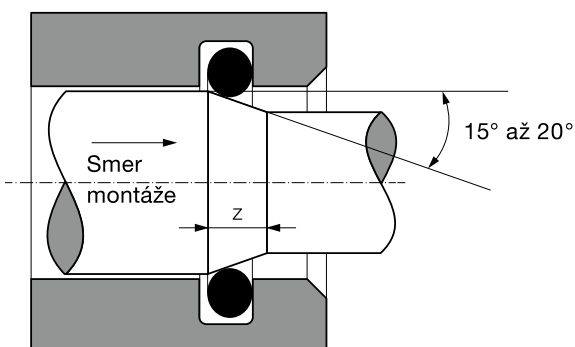
O-krúžky sú mimoriadne citlivé voči ostrým hranám. Preto je odhroťovanie, resp. zaoblenie všetkých hrán, cez ktoré bude o-krúžok pretiahnutý, alebo proti ktorým bude stláčaný, podstatným predpokladom pre bezpečnú montáž.

Sklon zavádzacieho nábehu

Aby sa o-krúžok pri montáži nepoškodil, je treba pri konštrukcii pamätať na sklon zavádzacieho nábehu pri vŕtaných otvoroch a hriadeľoch.



Sklon zavádzacieho nábehu tesnenia piestnice



Sklon zavádzacieho nábehu tesnenia piestu

Nasledujúca tabuľka udáva minimálne dĺžky sklonu zavádzacieho nábehu pre tesnenie piestu a piestnice v závislosti na priemere prierezu d_2 .

d_2	z pri 15°	z pri 20°
do 1,80	2,5	2,0
1,81 – 2,62	3,0	2,5
2,63 – 3,53	3,5	3,0
3,54 – 5,33	4,0	3,5
5,34 – 7,00	5,0	4,0
cez 7,01	6,0	4,5

Všetky údaje v tabuľke sú uvedené v mm.

Minimálna dĺžka pre sklony zavádzacieho nábehu

DRSNOSTI POVRCHU

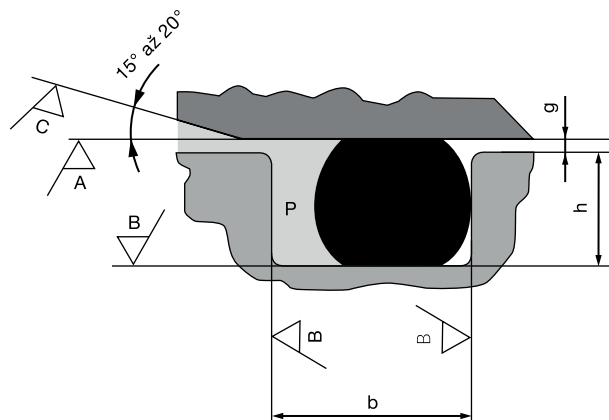
Požiadavky na povrchy závisia predovšetkým od oblastí použitia, preto sa nedajú uviesť všeobecne platné medzné hodnoty pre drsnosť. V nižšie uvedenej tabuľke sú uvedené hodnoty pre drsnosť povrchu, ktoré pokrývajú veľkú časť možných použití tesnení.

Hodnoty možno brať len ako odporúčané.

Povrch	Použitie	Rz	Ra
Dno drážky (B)	staticky	6,3	1,6
Steny drážky (B)	staticky	6,3	1,6
Tesniaca plocha (A)	staticky	6,3	1,6
Dno drážky (B)	dynamicky	6,3	1,6
Steny drážky (B)	dynamicky	6,3	1,6
Tesniaca plocha (A)	dynamicky	1,6	0,4
Sklon zavádzacieho nábehu (C)	--	6,3	1,6

Hodnoty pre drsnosť povrchu

Konstruktívne znázornenie priestoru pre montáž



Vysvetlenie

Priemerná miera drsnosti **Ra** je aritmetickou priemernou hodnotou všetkých odchýlok profilu od strednej, resp. referenčnej čiary.

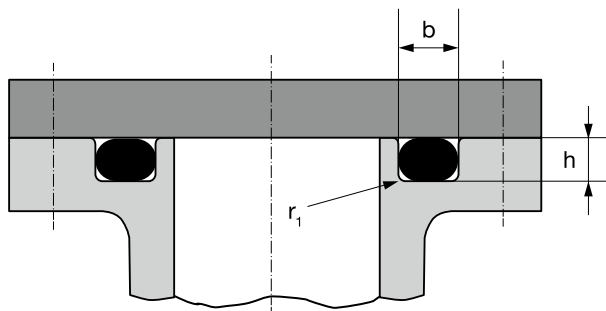
Priemerná hĺbka drsnosti **Rz** je aritmetickým priemerom z jednotlivých hĺbok drsnosti (profilovej výšky) piatich susediacich jednotlivých meraných trás Z1 až Z5.

K popisu nerovnosti povrchu sa v tesniacej technike spravidla udávajú parametre **Ra** a **Rz**. Pretože samotné nie sú dostačujúce, mal by byť ešte dodatočne spoluurčovaný podiel materiálu profilu drsnosti **Rmr**. Tak by mal podiel materiálu **Rmr** činiť cca 50 až 70%, merané v reznej hĺbke $c = 0,25 \times Rz$, vychádzajúcej z referenčnej čiary $C0 = 5\%$.

MONTÁŽNY PRIESTOR PRE PTFE O-KRÚŽKY

V tejto časti si bližšie opíšeme usporiadanie montážnych priestorov pre o-krúžky z termoplastického materiálu PTFE.

Obrázok nižšie znázorňuje schematický rez priestoru pre montáž pre prípad použitia statickej a axiálnej montáže.

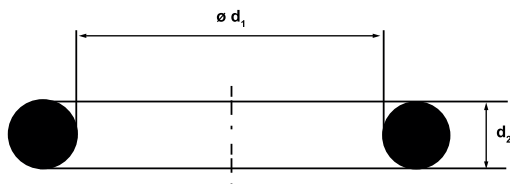


Znázornenie rezu montážneho priestoru pre PTFE o-krúžky

Vysvetlivky k označeniu priestoru pre montáž o-krúžku

Označenie	Vysvetlenie
d_1	Vnútorný priemer o-krúžku
d_2	Priemer prierezu (hrúbka o-krúžku)
b	Šírka priestoru pre montáž o-krúžku (šírka drážky)
h	Axiálna výška priestoru pre montáž (hĺbka drážky)
r_1	Rádus na dne drážky

O-krúžok z PTFE je uzatvorený krúžok s kruhovým prierezom. Rozmery o-krúžku sú definované vnútorným priemerom d_1 a priemerom prierezu d_2 . O-krúžky z PTFE nie sú na rozdiel od elastomerových o-krúžkov lisované, ale sú vyrábané obrábaním. Preto môžu byť vyrobené vo všetkých rozmeroch.



Znázornenie rezu PTFE o-krúžku

V nasledujúcej tabuľke je uvedený výber rozmerov pre šírku drážky (b) a hĺbku drážky (h) v závislosti od priemeru prierezu d_2 .

d_2	$b + 0,1$	$h + 0,05$	r_1
1,00	1,20	0,85	0,2
1,50	1,70	1,30	0,2
1,80	2,00	1,60	0,4
2,00	2,20	1,80	0,5
2,50	2,80	2,25	0,5
2,65	2,90	2,35	0,6
3,00	3,30	2,70	0,8
3,55	3,90	3,15	1,0
4,00	4,40	3,60	1,0
5,00	5,50	4,50	1,0
5,30	5,90	4,80	1,2
6,00	6,60	5,60	1,2
7,00	7,70	6,30	1,5
8,00	8,80	7,20	1,5

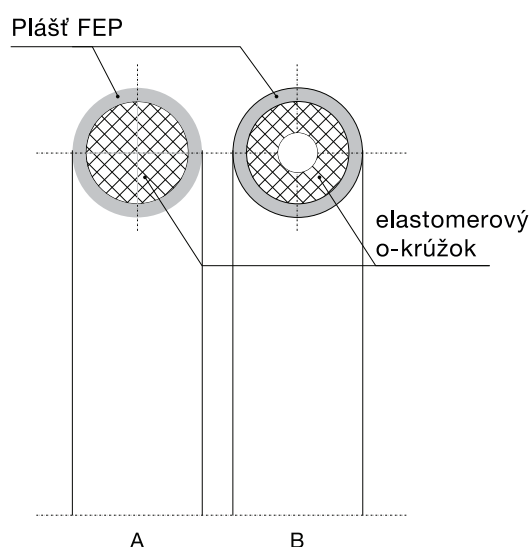
Všetky údaje v tabuľke sú uvedené v mm.

Montážne rozmery pre PTFE o-krúžky

MONTÁŽNY PRIESTOR FEP A PFA OPLÁŠTENÉ O-KRÚŽKY

FEP opláštené o-krúžky

FEP (fluorizovaný ethyl-propylén) je termoplastický materiál s vlastnosťami podobnými ako PTFE. FEP opláštené o-krúžky disponujú dvojkomponentným systémom. O-krúžky majú elastické jadro z FKM (FPM) alebo silikónu (MVQ). Opláštenie príslušného elastického jadra je pritom ohraničené tenkostenným bezšvovým obalom z FEP. Zatiaľ čo jadro o-krúžku poskytuje potrebnú elasticitu, FEP obal je rezistentný voči chemickým médiám.



- A – elastomérový o-krúžok s FEP opláštením**
B – dutý elastomérový o-krúžok s FEP opláštením

PFA opláštené o-krúžky

PFA sa používa rovnakým spôsobom ako materiál FEP na opláštenie FKM (FPM) alebo silikónových (MVQ) o-krúžkov. O-krúžky s obalom z PFA majú približne rovnakú chemickú odolnosť a rovnaké vlastnosti ako PTFE. Preto môžu byť PFA opláštené o-krúžky vystavené vyššej aplikačnej teplote ako FEP opláštené o-krúžky, a to pri rovnako zachovanej flexibilitate za studena.

Pre montáž FEP a PFA opláštených o-krúžkov platia približne rovnaké odporúčania ako pri štandardných elastomérových o-krúžkoch. Avšak pri montáži sa musí brať do úvahy, že sa tieto o-krúžky dajú vzhľadom na opláštenie len veľmi obmedzene roztiahnuť a stlačiť.

Priemer prierezu d_2	Hĺbka drážky t	Šírka drážky b
1,78	1,30	2,30
2,62	2,00	3,40
3,53	2,75	4,50
5,33	4,30	6,90
7,00	5,85	9,10

Všetky údaje v tabuľke sú uvedené v mm.

OPORNÉ KRÚŽKY

Oporné krúžky sa používajú v spojení s elastomerovými o-krúžkami. Chránia o-krúžky pred zničením, používajú sa pri vysokých tlakoch alebo ak je treba tesniť škáry. Oporné krúžky sú zhotovené prevažne z PTFE, pretože PTFE má najpriaznivejšie vlastnosti pre väčšinu použitia, a to veľký rozsah teploty od -200°C do $+260^{\circ}\text{C}$, vhodná tvrdosť a skoro univerzálna odolnosť voči väčšine médií.

Tieto vlastnosti PTFE chránia mäkkšie gumové krúžky pred mechanickým poškodením. K tomu sú montované oporné krúžky za o-krúžok na odvrátenej strane od pôsobenia tlaku alebo pri meniacich sa smeroch tlaku sú inštalované obojstranne. Pod tlakom sa oporný krúžok zdeformuje a premostí tak škáry na utesnenie.

Vždy podľa požiadavky sa používajú nasledujúce varianty oporného krúžku podľa ISO 3601-4:

- špirálové oporné krúžky typu T1
- šikmo prerezané oporné krúžky typu T2
- nedelené oporné krúžky typu T3
- šikmo prerezané, konkávne oporné krúžky typu T4
- nedelené, konkávne oporné krúžky typu T5
- zvláštne tvary

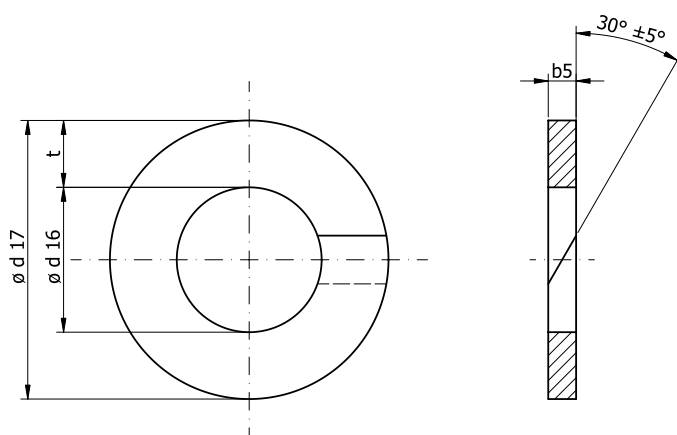
Použitie oporných krúžkov

Mnohé konštrukcie nepripúšťajú vzhľadom k systémovému tlaku vytvorenie dostatočne malej tesniacej škáry. Potom je použitie oporného krúžku účelné. O-krúžky patria k najcitlivejším konštrukčným častiam stroja a musia byť chránené pred poškodením tlakom. Bez tejto ochrany môže byť o-krúžok vytlačením vtlačený do tesniacej škáry a zničený. Následkom toho je jeho netesnosť.

• Šikmo prerezané oporné krúžky typu T2

Tento najviac rozšírený typ oporného krúžku sa dá vďaka prerezaniu relatívne jednoducho namontovať do piestneho tesnenia, resp. piestnicového tesnenia. Tento typ nachádza časté použitie v strojárskom priemysle.

Šikmo prerezané oporné krúžky typu T2 sa používajú v systémových tlakoch 15 MPa (150bar) až 20 MPa (200bar).

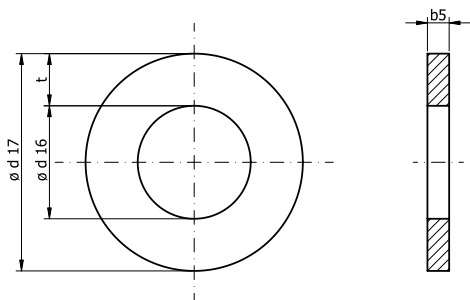


Šikmo prerezané oporné krúžky typu T2

• Nedelené oporné krúžky typu T3

Tieto oporné krúžky majú relatívne jednoduché geometrické prevedenie. Nevýhodou pri tomto prevedení je, že sú nutné spravidla rozdelené priestory pre montáž, pretože inak je montáž možná iba za sťažených podmienok.

Nedelené oporné krúžky typu T3 sa používajú pri systémových tlakoch > 25 MPa (250 bar) a/alebo teplotách > 135 °C.



Nedelené oporné krúžky typu T3

Rozmery oporného krúžku v závislosti od hrúbky prierezu d_2 o-krúžku (typ T2 a T3)

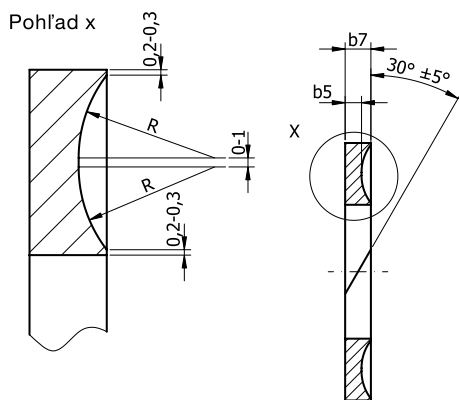
d_2	1,78	2,62	3,53	5,33	6,99
$b5 \pm 0,1$	1,4	1,4	1,8	1,8	2,6

Všetky údaje v tabuľke sú uvedené v mm.

• Šikmo prerezané, konkávne (oblúkovito vyhlbené) oporné krúžky typu T4

Konkávny tvar tohto oporného krúžku bol špeciálne vyvinutý, aby optimálne podoprel o-krúžok špeciálne pri pulzujúcich tlakoch. Vďaka zárezu sa dá relatívne jednoducho namontovať v piestnom, resp. piestnicovom tesnení.

Konkávne oporné krúžky plného typu sa používajú pri systémových tlakoch 15 MPa (150 bar) až 20 MPa (200 bar) a tiež pri pulzujúcom tlaku.



Šikmo prerezané, konkávne oporné krúžky typu T4

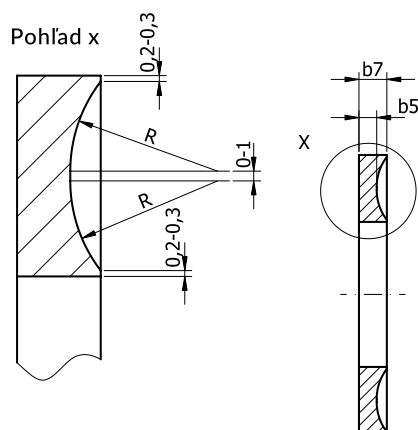
d_2	$b5 \pm 0,1$	$b7 \pm 0,1$	R
1,78	1,4	1,7	1,2
2,62	1,4	1,8	1,6
3,53	1,8	2,0	2,0
5,33	1,8	2,8	3,0
6,99	2,6	4,1	4,0

Všetky údaje v tabuľke sú uvedené v mm.

Rozmery oporného krúžku v závislosti od hrúbky prierezu d_2 o-krúžku

• Nedelené, konkávne (oblúkovito vyhlbené) oporné krúžky typu T5

Tento variant oporného krúžku zodpovedá svojou funkciou typu T4. Konkávnym tvarom dosadacej plochy si o-krúžok udrží svoju kontúru a môže tým sčasti bezpečne utesniť extrémne tlaky. Nedelený, konkávny krúžok sa dá iba ťažko montovať. Zároveň sa nesmie zabudnúť na nedelenú drážku.

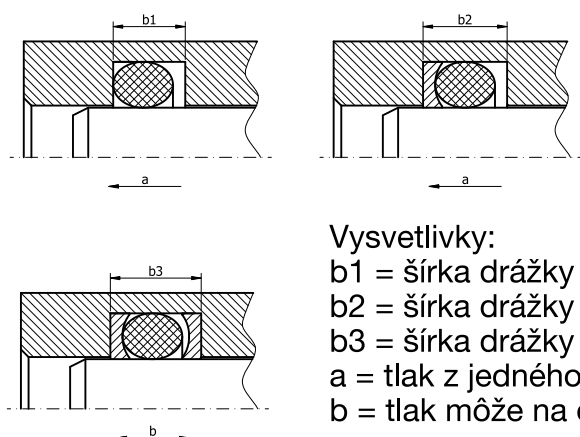


Nedelené, konkávne oporné krúžky typu T5

Špirálový oporný krúžok typu T1 má špeciálny tvar a môžeme ho považovať za konštrukčne kritický. Pri jeho použití odporúčame technické poradenstvo.

Umiestnenie oporného krúžku

Vždy podľa pôsobenia tlaku musí byť oporný krúžok inštalovaný na stene drážky na odvrátenej strane od tlaku a pri striedajúcich sa tlakoch musí byť oporný krúžok na oboch stranách. Aby sa zabránilo zámene montážnej strany, odporúča sa použitie 2 oporných krúžkov.



Vysvetlivky:

b1 = šírka drážky bez oporného krúžku

b2 = šírka drážky s oporným krúžkom

b3 = šírka drážky s dvoma opornými krúžkami

a = tlak z jedného smeru (pôsobí v smere šípky)

b = tlak môže na o-krúžok pôsobiť z oboch smerov

Umiestnenie oporného krúžku pri použití v piestnici

Výpočet:

Potrebná šírka drážky b2 a b3 sa vypočíta dopredu z konštrukčne zistenej šírky drážky bez oporného krúžku, s pripočítaním šírky oporného krúžku b5, resp. zdvojenej šírky oporného krúžku 2x b5 pri použití 2 oporných krúžkov.

Oporné krúžky nedržíme bežne skladom, ale je možné ich dodať na objednávku podľa predchádzajúceho dopytu.

NEKONEČNÁ VULKANIZÁCIA

O-kružky môžu byť vyrábané rôznymi postupmi až do priemeru 9999,99 mm v rôznom priemere prierezu a kvalite materiálu.

Nekonečná vulkanizácia umožňuje rovnomerné prevulkanizovanie o-kružku cez celý priemer. Rozmerová stálosť priemeru prierezu o-kružku a plôch spĺňa normu ISO 3601. Takto vyrobené o-kružky zodpovedajú teda o-kružkom menších rozmerov pri obvyklých výrobných postupoch. Oproti iným postupom nevznikajú rovnomernou vulkanizáciou žiadne slabé miesta na kontaktných miestach. Toto umožňuje dlhodobé a podstatne kvalitnejšie utesnenie v rôznych oblastiach použitia, napr. v oblasti vysokého vákua alebo pri použití s plynými médiami.

Upozornenie:

Nekonečná vulkanizácia je vhodná pre vyššie nároky, pretože pri tejto metóde výroby o-kružkov sú možné veľmi malé tolerancie a zodpovedajúca vysoká precíznosť.

Ďalšie postupy:

Lepenie

Lepené o-kružky sú extrudované (vytláčané) šnúry, ktorých konce sú zlepené lepidlom na priamom spoji. Lepidlo musí byť vhodné pre elastomérový materiál, tak i pre podmienky použitia, ako napr. tlak, teplota a použité médium.

Kontaktná vulkanizácia

Pri kontaktnej vulkanizácii o-kružku sú konce šnúr spojené v špeciálnych zariadeniach pomocou vhodnej adhezívnej zmesi, kde sú za tepla zvulkanizované.

Nevýhody oboch týchto postupov sú horšie fyzikálne vlastnosti v oblasti kontaktných, resp. lepených miest, ako i väčšie tolerancie v porovnaní s nekonečne vulkanizovanými o-kružkami.

USKLADNENIE O-KRÚŽKOV

Tesnenia, ktoré sú uskladnené dlhšiu dobu, môžu behom tejto doby zmeniť svoje fyzikálne vlastnosti. Môže dôjsť k stvrdnutiu, zmäkčeniu, tvorbe trhlín alebo inému rozkladu povrchu. Tieto zmeny sú následkom jednotlivých špeciálnych alebo kombinovaných vplyvov faktorov, ako sú napr. deformácie, kyslík, svetlo, ozón, vysoké teploty, vlhkosť, oleje a rozpúšťadlá. Základné návody na skladovanie, čistenie a zachovanie elastomérových tesnení sú definované v normách DIN 7716 a ISO 2230.

ISO 2230 je poradcom pre skladovanie gumových výrobkov. V nasledujúcej tabuľke sú uvedené maximálne doby skladovania, rozdelené do troch skupín.

Kaučukový základ	Maximálna doba skladovania	Predĺženie
BR, NR, IR, SBR, AU (PU), EU	5 rokov	2 roky
NBR, XMBR, HNBR, CO, ECO, CR, IIR, BIIR, CIIR	7 rokov	3 roky
ACM, CM, CSM, EPM, EPDM, FKM (FPM), FFKM, MVQ, PMVQ, FMVQ	10 rokov	5 rokov

Doba skladovania pre elastoméry

Pri skladovaní výrobkov z gumy je potrebné dodržiavať určité obmedzujúce podmienky.

Teplo

Teplota skladovania elastomérov by mala byť v rozmedzí od +5°C do +25°C. Je potrebné zamedziť priamemu kontaktu so zdrojom tepla (napr. teplotné teleso) alebo priamemu slnečnému žiareniu.

Vlhkosť

Relatívna vlhkosť v skladovacích priestoroch by mala byť pod 70%. Musia sa vylúčiť extrémne vlhké alebo suché podmienky skladovania.

Svetlo

Elastomérové tesnenia by mali byť skladované tak, aby boli chránené pred svetelnými zdrojmi. Špeciálne je treba zamedziť priamemu slnečnému žiareniu a silnému umelému svetlu s podielom UV. Možno odporučiť, aby okná skladovacích priestorov boli vybavené červeným alebo oranžovo zafarbeným zakrytím.

Kyslík a ozón

Pokiaľ možno, mali by byť elastoméry uložené, na ochranu proti cirkulujúcemu vzduchu, v balení alebo vo vzduchotesných nádobách.

Deformácia

Elastomérové tesnenie musí byť skladované, pokiaľ možno, v stave bez kompresie a deformácie. O-krúžky s veľkými rozmermi môžu byť skladované za účelom úspory miesta v sklade stočené. Ak je vnútorný priemer $d_1 > 300\text{mm}$, môže byť o-krúžok jednorázovo „ohnutý“ (napr. v tvare 8). Nikdy však nesmie byť zalomený.



ŠPECIÁLNE, EXTRÉMNE ODOLNÉ MATERIÁLOVÉ PREVEDENIE O-KRÚŽKOV

FFKM

Vo všetkých odvetviach a aplikačných oblastiach sa zvyšuje komplexnosť požiadavok: tesnenie nemusí odolávať iba extrémnym teplotám, ale tiež rôznym chemikáliám. Musí tiež odolávať pôsobeniu pary a riedidiel. Zároveň musí zvládať zmenu média a odolávať vysokému tlaku. V týchto prípadoch je bezpodmienečne potrebné vysoko kvalitné univerzálne tesnenie. Extrémne odolné materiálové prevedenie o-krúžkov je riešenie, ktoré presvedča. Materiál FFKM je tepelne stály až do +325°C, odoláva striedaniu médií, mnohým druhom chemikálií, teplej vode a vysokému tlaku.

Prednosti extrémne odolných FFKM o-krúžkov:

- najlepšia chemická odolnosť zo všetkých elastických tesniacich materiálov
- stabilita voči vysokým teplotám až do + 325°C, podľa použitého typu
- minimálna trvalá deformácia po stlačení
- výborné správanie vo vákuu
- flexibilné použitie
- vhodné materiály spĺňajúce najrôznejšie požiadavky
- priemer o-krúžkov možný až do 200 mm

Kaučuky FFKM sú v súčasnej dobe chemicky najodolnejšie elastoméry, ktoré spájajú elastické vlastnosti kaučuku s vynikajúcou chemickou odolnosťou PTFE. Ako špičkový elastomér vyniká FFKM vedľa vynikajúcej tepelnej a chemickej odolnosti tiež veľmi vyváženým správaním materiálu. Tento technologicky vyspelý materiál je perfluorovaný elastomér zabezpečujúci výnimočnú chemickú odolnosť v spojení s vynikajúcou tepelnou odolnosťou. Kompozit spĺňajúci tie najvyššie požiadavky bol špeciálne vyvinutý a testovaný na explozívnu dekompresiu. Preto tento materiál môže byť použitý všade tam, kde tesniace materiály prichádzajú do kontaktu s vysokým tlakom a súčasne tiež s agresívnymi médiami, napr. v hĺbkových podmorských ventiloch, čerpadlách a kompresoroch. Profil materiálu dopĺňa minimálna trvalá deformácia po stlačení.

Najvyššia stabilita pri extrémnych zmenách tlaku

Explozívna dekompresia je fenomén, ktorého sa výrobcovia a prevádzkovatelia z rôznych oblastí obávajú. Týka sa tesnení, ktoré musia tesniť plynové médiá tiež pri extrémnych zmenách tlaku. Bežné elastomérové tesnenia sa rýchlo opotrebovávajú špeciálne pri silnom poklese tlaku. Je to napríklad tvorba bublín na povrchu tesnení typickým indikátorom explozívnej dekompresie. To vyžaduje špeciálne elastoméry s veľmi dobrými fyzikálnymi vlastnosťami, ktoré dokážu dlhodobo plniť také vysoké požiadavky.

Norma NORSOK Standard M-710 bola vyvinutá nórskym ropným a plynárenským priemyslom a predstavuje metódu kontroly odolnosti tesniacich materiálov proti explozívnej dekompresii.

FEPM

Materiál FEPM pre extrémne použitie

Vysoko kvalitné o-kružky z materiálu FEPM sa môžu používať v rôznych hospodárskych odvetviach. Pre zaistenie maximálnej tesnosti musí spĺňať najvyššie požiadavky, pretože obzvlášť pri kontakte s agresívnymi chemikáliami a inými látkami môže dôjsť k roztesneniu sústavy.

Prednosti elastoméru FEPM

- vysoko kvalitný materiál
- veľmi dobrá chemická odolnosť
- veľmi dobrá odolnosť voči minerálnym olejom, alifatickým, aromatickým a chlórovaným uhľovodíkom, kyselinám a zásadám
- dokonalé mechanické vlastnosti
- dokonalá odolnosť voči starnutiu
- dobrá odolnosť voči vysokým teplotám a tiež pružnosť pri nízkych teplotách
- široká možnosť aplikácií, napr. v chemickom priemysle a lakovacej technike



AFINIS Group s.r.o.
Žitná 1, 831 06 Bratislava

AFINIS Point
maloobchodná predajňa
+421 2 491 048 25

Obchodné centrum
+421 2 491 048 20-24

info@afinis.sk

www.afinisgroup.sk
www.tesnenia.sk

 **@afinisgroup**