



HENNICH

TĚSNĚNÍ

TĚSNĚNÉ MÉDIUM

V případě volby materiálu hřídelového těsnění je třeba si ověřit jeho použitelnost s těsněným médiem. Materiál těsnění může negativně ovlivnit těsněné médium, což je důležité zejména v potravinářství a farmacii. Zároveň může samotné médium narušit materiál těsnění, způsobit jeho rychlou degradaci a ztrátu funkce.

Může dojít ke dvěma případům, a to:

ztvrdnutí elastomeru – ztrátou některých látek z materiálu
změknutí elastomeru – chemickou reakcí s těsněným médiem
Je proto důležité uvědomit si veškeré látky, se kterými přijde těsnění do kontaktu.

PROVOZNÍ TEPLOTA

Provozní teplota má výrazný vliv na životnost a účinnost hřídelového těsnění. Je nutné k provozní teplotě těsněného média uvažovat zvýšenou lokální teplotu, vzniklou v důsledku tření na styčné ploše těsnění a hřídele.

Na zvýšení lokální teploty mají vliv následující faktory:

- drsnost povrchu hřídele
- obvodová rychlost
- provozní tlak
- druh těsněného média
- mazání
- tvar těsnicího bříty

OBVODOVÁ RYCHLOST

$$v = \frac{(\pi \cdot d \cdot n)}{60}$$

v.....obvodová rychlost [m.s⁻¹]

d....průměr hřídele [m]

n....počet otáček [min⁻¹]

Během rotace hřídele vzniká důsledkem tření na těsnicím bříty lokálně zvýšená teplota. Velikost tohoto teplotního rozdílu, proti teplotě média, závisí na použitém materiálu elastomeru, druhu těsněného média a jeho schopnost odvádět teplo, ale především na obvodové rychlosti.

Na obrázku jsou uvedeny přípustné počty otáček a obvodové rychlosti hřídele při aplikaci bez výskytu tlaku, vztahující se k materiálu elastomeru hřídelového těsnění za normálních podmínek (mj. dobře mazající minerální olej s dostatečným odvodem tepla)

TLAKOVÁ ODOLNOST

Hřídelová těsnění standardních typů lze za určitých podmínek použít až do maximálního tlakového spádu 0,5 bar (viz tabulka). V případě aplikace s vyšším tlakovým spádem dochází k významnému zvýšení přítlaku těsnicího bříty na rotující hřídel. To způsobí zvýšení tření, zvýšení teploty na těsnicím bříty a tedy značnou degradaci elastomeru. V extrémních případech může dojít až k vyskočení pružiny a přetočení těsnicího bříty.

HYDRAULICKÁ TĚSNĚNÍ HŘÍDELOVÁ TĚSNĚNÍ GUFERA - PROVOZNÍ PODMÍNKY

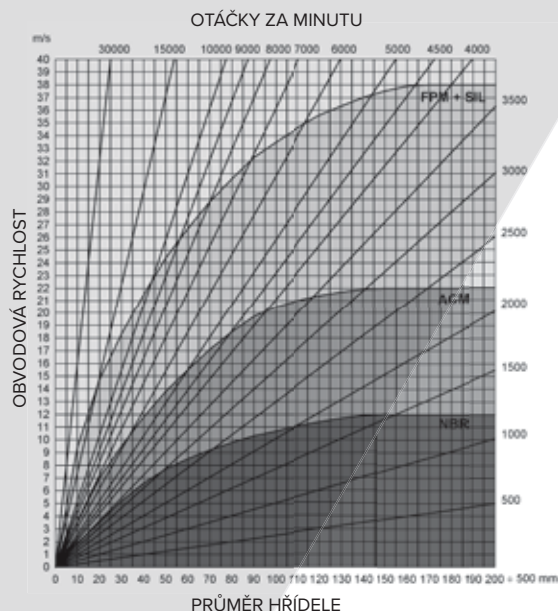
Při výskytu zvýšeného tlakového spádu se doporučuje použít typ AS-P, který je opatřen kratším těsnicím břítem a je určený pro tyto aplikace. U typu AS-P jsou při konstrukci uložení hřídele kladeny vyšší nároky na házivost.

Tlaková odolnost typu AS-P může za určitých podmínek dosáhnout až 10 bar (viz obrázek). Prostor pod těsnicím břítem se doporučuje opatřit dostatečným množstvím plastického maziva.

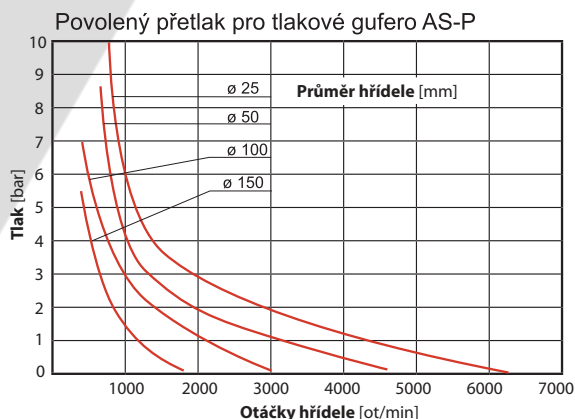
Všeobecně platí, že pokud je tlakový spád vyšší než 1 bar, doporučuje se

těsnění zajistit přírubou, případně segerovou pojistkou, aby nedošlo k jeho uvolnění.

Při aplikacích přesahujících tlakovou odolnost nabízených hřídelových těsnění doporučujeme konzultaci.



Tlakový rozdíl [bar]	Počet otáček hřídele	
	min ⁻¹	při obvodové rychlosti [m/s]
0,5	do 1000	2,5
0,35	do 2000	3,15
0,2	do 3000	5,6

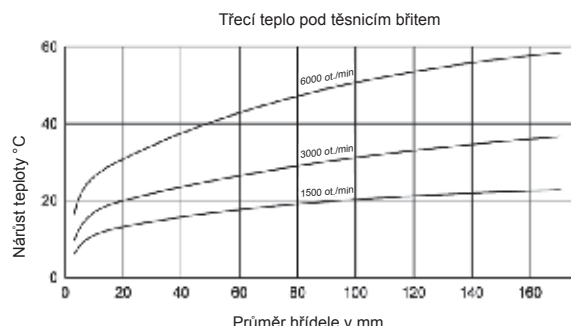


HYDRAULICKÁ TĚSNĚNÍ HŘÍDELOVÁ TĚSNĚNÍ GUFERA - PROVOZNÍ PODMÍNKY



HENNICH

TĚSNĚNÍ

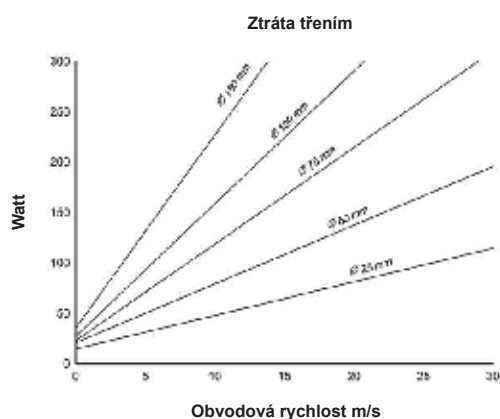


MAZÁNÍ

Mazání je velmi důležité pro správnou funkci a životnost těsnění. Pokud je těsnění umístěno v olejové lázni, neběží těsnicí břit přímo na povrchu hřídele, ale na tenkém olejovém filmu zvaném „meniskus“. Tloušťka olejového filmu se obvykle pohybuje v rozmezí 1 – 3 μm podle viskozity použitého média, povrchu hřídele či radiálního předpětí. Během prvních několika hodin funkce nového těsnění dochází k drobné změně geometrie břitu a tvorbě menisku. V této době se může vyskytnout drobná lekáž. Vhodným mazáním lze významně snížit třecí síly mezi těsnicím břitem a hřídelí a zvýšit odvod tvořeného tepla. Čím nižší teplotu lze udržet na těsnicím břitu, tím delší bude životnost těsnění. V případě těsnění média s nízkou mazací schopností (voda, vodné roztoky, apod.) je doporučeno použít typ těsnění s prachovkou (např. AS, BS, CS). Zde je nutno prostor mezi těsnicím břitem a prachovkou opatřit plastickým mazivem zhruba do dvou třetin jeho objemu. Lokálně zvýšená teplota závisí také na obvodové rychlosti hřídele. Viz obrázek.

DŮLEŽITÉ POZNÁMKY:

- Hřídelové těsnění z materiálu na bázi syntetického kaučuku nesmí za žádných okolností pracovat na sucho.
- Mazací médium musí volně proudit v těsněném prostoru. Ložiska, pouzdra a další součásti musí dovolit volný přísun a odvod maziva z těsněného prostoru.
- Je nutné vyhnout se výskytu tlakového spádu, zejména jeho pulsacím. Pokud možno, opatřit těsněný prostor odvětrávacím ventilem. V opačném případě použít hřídelové těsnění určené pro výskyt tlakového spádu, např. AS-P.



TŘENÍ A ENERGETICKÉ ZTRÁTY

Tření nemá vliv pouze na zvýšení teploty na těsnicím břitu, která negativně ovlivňuje jeho životnost, ale také na ztráty výkonu. Tyto projevy se mohou odrazit nejvíce u strojů s nižším výkonem. Vlivy, které mohou ovlivnit ztráty výkonu jsou následující:

- geometrie těsnicího břitu a materiál elastomeru
- velikost napětí tažné pružiny
- obvodová rychlost hřídele
- kvalita povrchu hřídele
- viskozita těsněného média
- provozní tlak

První dva parametry ovlivňují radiální zatížení těsnicího břitu a tedy velikost síly, jenž působí na povrch hřídele. Tyto vlivy jsou velmi důležitými faktory, ovlivňující životnost těsnicího břitu a velikost třecích ztrát. Naopak radiální zatížení nesmí být příliš malé, protože by mohlo způsobit průsak těsněného média.

Obrázek ukazuje teoretické ztráty výkonu v závislosti na obvodové rychlosti a průměru hřídele.



HENNlich

TĚSNĚNÍ

HYDRAULICKÁ TĚSNĚNÍ HŘÍDELOVÁ TĚSNĚNÍ GUFERA - POŽADAVKY NA HŘÍDEL

ROZMĚROVÉ TOLERANCE

Pro správnou funkci musí být hřídel vyrobena v rozměrové toleranci minimálně ISO h11.

TVRDOST

Vzhledem k faktu, že během rotace hřídele nedochází, ve většině případů, k jejímu axiálnímu pohybu, je doporučena tvrdost hřídele minimálně 45 HRC. Je to z důvodu, aby se zamezilo vzniku drážky na hřídeli. V případě výskytu brusných částic v těsněném médiu nebo při obvodových rychlostech překračující 4 m/s je doporučena minimální tvrdost hřídele 55 HRC. Nedostatečné mazání a náročné provozní podmínky mohou také vyžadovat hřídel o vyšší tvrdosti.

Prodloužit životnost hřídele lze použitím výměnného pouzdra, které bude v kontaktu s těsnicím břitem, případně využít keramických nástřiků či jiných moderních metod úpravy povrchu hřídele.

Při povrchovém kalení hřídele je nutná hloubka prokalení nejméně 0,3 mm. Při nitridaci povrchu je třeba šedou vrstvu vyleštit.

DRSNOST POVRCHU

Povrch hřídele je doporučen podle DIN 3760 v rozmezí $R_a = 0,2$ až $0,8 \mu\text{m}$, $R_z = 1$ až $4 \mu\text{m}$ a $R_{\text{MAX}} = 6,3 \mu\text{m}$. Povrchy s vyšší drsností způsobují vyšší tření, lokální zvýšení teploty a tedy snížení životnosti těsnicího břitu.

Je třeba vyhnout se vzniku drážkování na hřídeli důsledkem třískového obrábění, které by mohly způsobit čerpací efekt pod těsnicím břitem a způsobit průsak. Výzkumem bylo zjištěno, že optimální povrch pro hřídelové těsnění vznikne po jeho úpravě ponorným broušením a rozmezím drsnosti povrchu $R_a = 0,20 - 0,63 \mu\text{m}$.

SRAŽENÍ

Aby nedošlo k poškození těsnicího břitu během montáže, je doporučeno hřídel opatřit sražením. Toto sražení je doporučeno v rozmezí 15° až 30° případně s poloměrem zaoblení $0,6 - 1,0 \text{ mm}$. Drážky, závit, koroze a otřepy po obrábění jsou další prvky, které mohou poškodit těsnicí břit a jsou nežádoucí.

Průměr hřídele [mm]		Tolerance
od	do	h11
6	10	0 -0,090
11	18	0 -0,110
19	30	0 -0,130
31	50	0 -0,160
51	80	0 -0,190
81	120	0 -0,220
121	180	0 -0,250
181	250	0 -0,290
251	315	0 -0,320
316	400	0 -0,360

HYDRAULICKÁ TĚSNĚNÍ

HŘÍDELOVÁ TĚSNĚNÍ

GUFERA - POŽADAVKY NA HŘÍDEL



HENNlich

TĚSNĚNÍ

VÝSTŘEDNOSTI HŘÍDELE

Nejen drsnost povrchu hřídele, ale také její technologické chyby při výrobě výrazně ovlivňují životnost a funkci hřídelových těsnění. Dělí se na:

statická výstřednost – nesouosost

dynamická výstřednost – házivost

NESOUOSOST

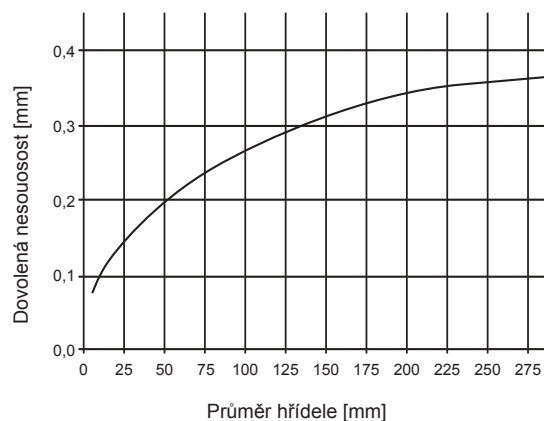
Jedná se o rozdílnou polohu osy rotace a osy uložení. V případě výskytu zvětšené hodnoty tohoto jevu dochází k situaci, kdy na jedné straně hřídele je těsnění více předepruto a na opačné straně odlehčeno. To může vést ke zvýšenému lokálnímu opotřebení těsnicího břítu a následně k průsaku. Na obrázku je uvedena povolená tolerance souososti (viz graf statická výstřednost). Pokud skutečná nesouosost splňuje hodnoty uvedené v grafu, nelze vždy zaručit spolehlivou funkci hřídelového těsnění. Schopnost těsnicího břítu kopírovat zvýšenou nesouosost je závislá na jeho tvaru, geometrii a dalších provozních podmínkách.

HÁZIVOST

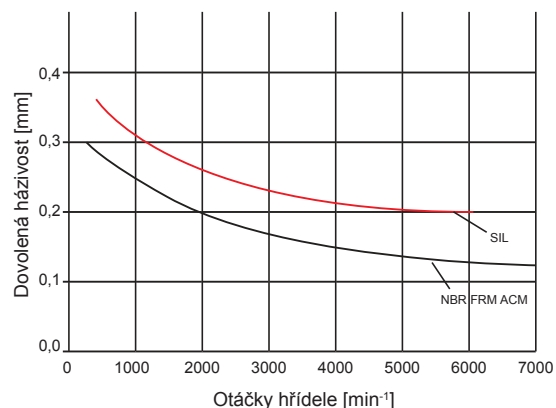
Je třeba se vyhnout házivosti hřídele či ji udržovat na velmi nízkých hodnotách. Obzvláště při vyšších obvodových rychlostech vzniká riziko, že těsnicí břit vlivem své setrvačnosti nebude schopen kopírovat kmitání hřídele. Proto je doporučeno umisťovat těsnění co nejbližší uložení hřídele či ložisku, aby se minimalizoval vliv házivosti. Zároveň je třeba vhodně zvolit materiál a rozměry hřídele, aby nedocházelo k jejímu průhybu a pružným deformacím. Na obrázku jsou vyznačeny doporučené tolerance (viz graf dynamická výstřednost). Je nutno brát v úvahu rozpětí teplot, v němž bude těsnění použito, protože tím bude ovlivněna elasticita těsnicího břítu. V případě výskytu přetlaku a použití těsnění AS-P s vyšší tlakovou odolností je třeba dbát zvýšenou pozornost na házivost hřídele a snažit se ji udržet na minimu.

Při zvýšené házivosti hřídele je vhodné použít hřídelové těsnění s hydrodynamickou úpravou těsnicího břítu, případně použít odlišnou geometrii.

Statická výstřednost



Dynamická výstřednost





HENNlich

TĚSNĚNÍ

HYDRAULICKÁ TĚSNĚNÍ HŘÍDELOVÁ TĚSNĚNÍ GUFERA - ZÁSTAVBOVÝ PROSTOR

ROZMĚROVÉ TOLERANCE

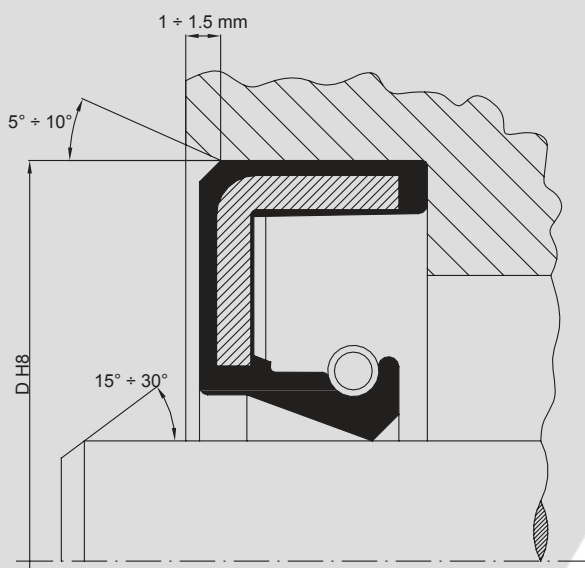
Zástavbový prostor musí splňovat tolerance minimálně ISO H8. Tato tolerance zaručí stabilní usazení těsnění na vnějším obvodu.

DRSNOST POVRCHU

Drsnost povrchu je doporučena v rozmezí $Ra = 1,6 - 3,2 \mu m$ pro celopřyzové provedení a $Ra = 0,8 \mu m$ až $1,6 \mu m$ pro typy s kovovým vnějším pláštěm. Nejvyšší výška profilu drsnosti musí být dodržena při hodnotě $R_{max} \leq 16 \mu m$. Nižší hodnoty drsnosti by mohly způsobit vyklouznutí těsnění z drážky, např. z důvodu vibrací. Při vyšších drsnostech může dojít k poškození pryžového vnějšího povrchu a tím vzniku netěsnosti na vnějším obvodu.

SRAŽENÍ

Na přední hraně drážky je doporučeno sražení o úhlu $5^\circ - 10^\circ$ a šířce $1 - 1,5 mm$ v závislosti na šířce těsnění. V případě zástavbového prostoru z materiálů s nižší tvrdostí je třeba volit vnější průměr větší než je vnější průměr těsněného ložiska. Pokud bychom zachovali shodné rozměry, mohlo by během montáže ložiska dojít k poškození povrchu drážky a vzniku průsaku. Veškeré rýhy, otřepy a nečistoty jsou nežádoucí.



Průměr vrtání [mm]		Tolerance
od	do	H8
10	18	+0,027 0
19	30	+0,033 0
31	50	+0,039 0
51	80	+0,046 0
81	120	+0,054 0
121	180	+0,063 0
181	250	+0,072 0
251	315	+0,084 0
316	400	+0,089 0
401	500	+0,097 0