

Povrchový tlak

Zatížení kluzných pouzder je vyjádřeno povrchovým tlakem [p] v MPa. Pro tyto účely je radiální zatížení vztaženo na plochu průmětu pouzdra.

Radiální kluzné pouzdro:
$$p = \frac{F}{d1 \cdot b1}$$

Pro axiální kluzná pouzdra je zatížení vztaženo podobně.

Axiální kluzné pouzdro:
$$p = \frac{F}{(d2^2 - d1^2) \cdot \frac{\pi}{4}}$$

veličiny ve vzorcích:

- F** zatížení v N
- d1** vnitřní průměr pouzdra v mm
- b1** délka pouzdra v mm
- d2** vnější průměr pouzdra v mm

Max. doporučený povrchový tlak

Srovnávací hodnotou materiálů iglidur® je max. doporučený statický povrchový tlak [p] při +20°C. Hodnoty se pro různá kluzná pouzdra iglidur® výrazně liší. Hodnota [p] udává mezní hodnotu zatížení kluzného pouzdra. Kluzné pouzdro může bez poruchy toto zatížení trvale přenášet. Daná hodnota platí pro statické zatížení. Při tomto zatížení jsou povoleny jen velmi malé rychlosti do 0,01 m/s. Vyšší než tato udaná zatížení mohou být aplikována pouze v případech jejich krátkodobého působení. V závislosti na materiálu mohou být zatížení po velmi krátkou dobu překročena. V případě jakýchkoliv dotazů nás neváhejte kontaktovat.

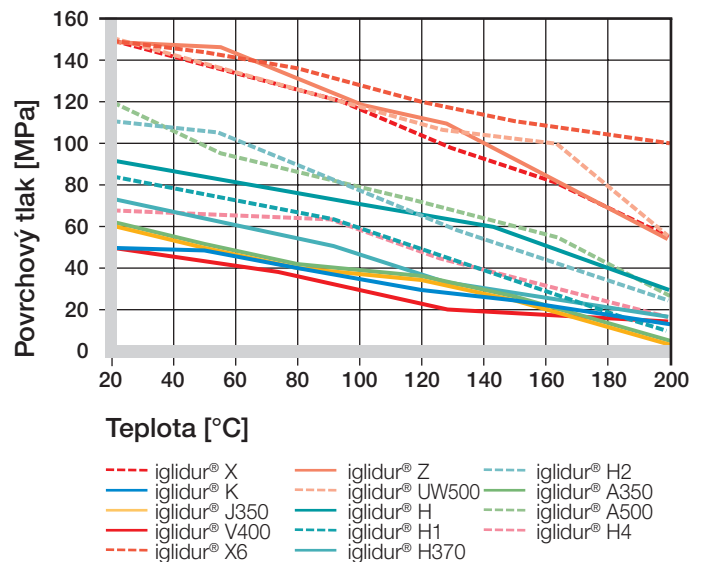
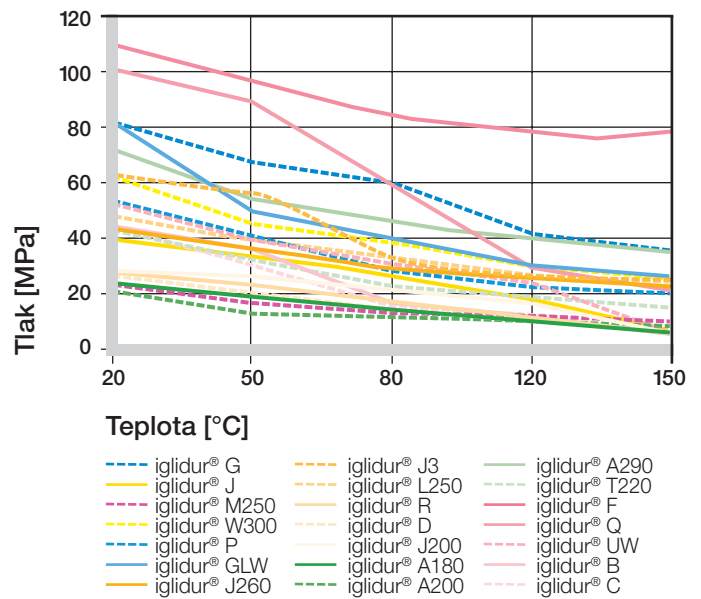
► Materiálová tabulka, **strana 56**

Tlak a teplota

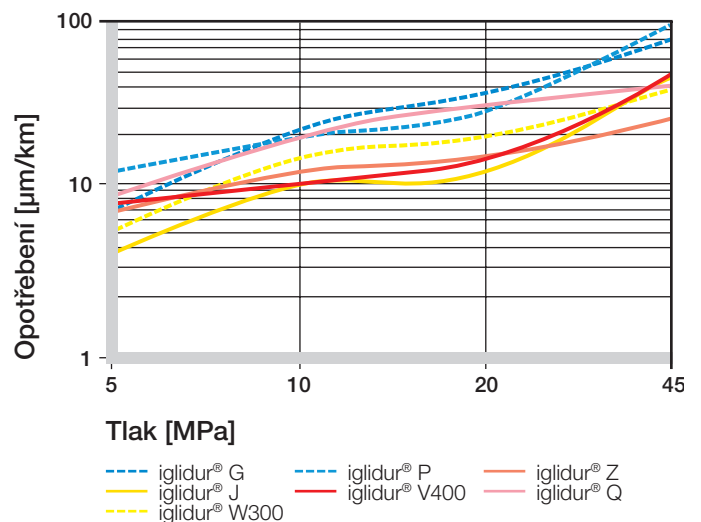
Grafy 02 a 03 znázorňují závislost povoleného maximálního povrchového statického tlaku [p] kluzných pouzder iglidur® na teplotě. Při použití kluzných pouzder může být díky tření teplota pouzdra vyšší než je okolní teplota. Využijte výhody představované předvídatelností kluzných pouzder iglidur® nebo zjistěte skutečnou hodnotu teploty pokusně.

Tlak a rychlost

Při snižování radiálního zatížení kluzného pouzdra roste povolená povrchová rychlost. Součin zatížení [p] a rychlosti [v] může být chápán jako měřítko třecího zahřívání pouzdra. Vztah je vyjádřen grafem pv, který je první v příslušné kapitole každého materiálu iglidur®.



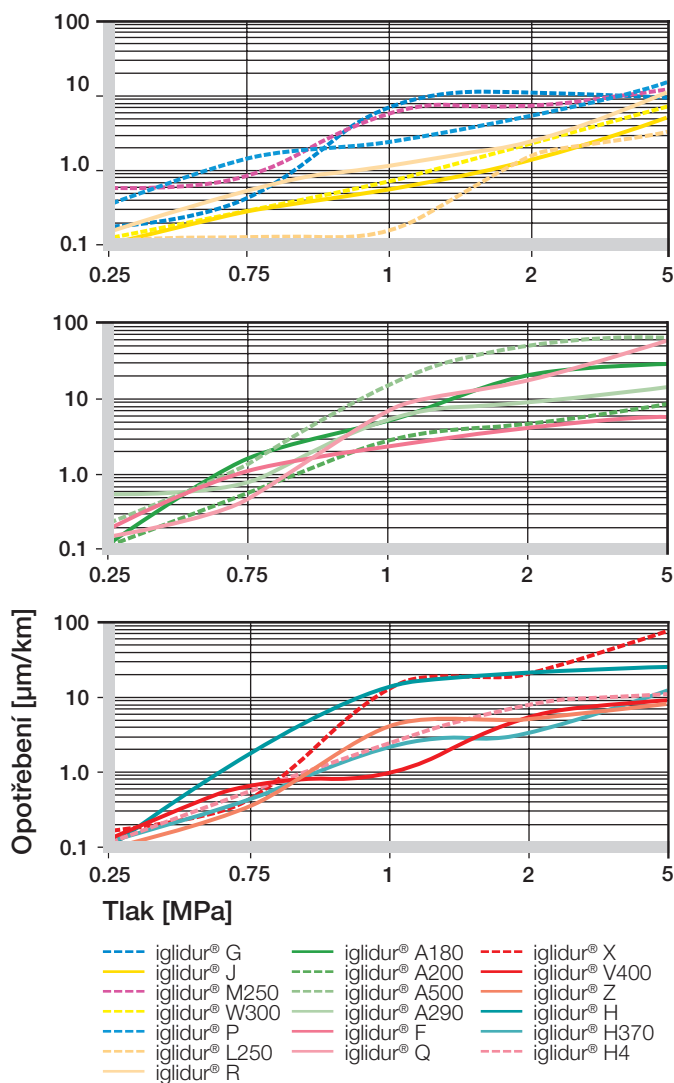
Graf 02 a 03: Doporučený max. plošný tlak kluzných pouzder iglidur® jako funkce teploty



Graf 04: Opořebenění kluzných pouzder iglidur® jako funkce tlaku

Tlak a opotřebení

Zatížení kluzných pouzder iglidur® má vliv na jejich opotřebení. Následující grafy znázorňují opotřebení materiálů kluzných pouzder iglidur®. Pro každé zatížení snadno určíte optimální materiál kluzného pouzdra. Opotřebení je udáváno v [μm/km].

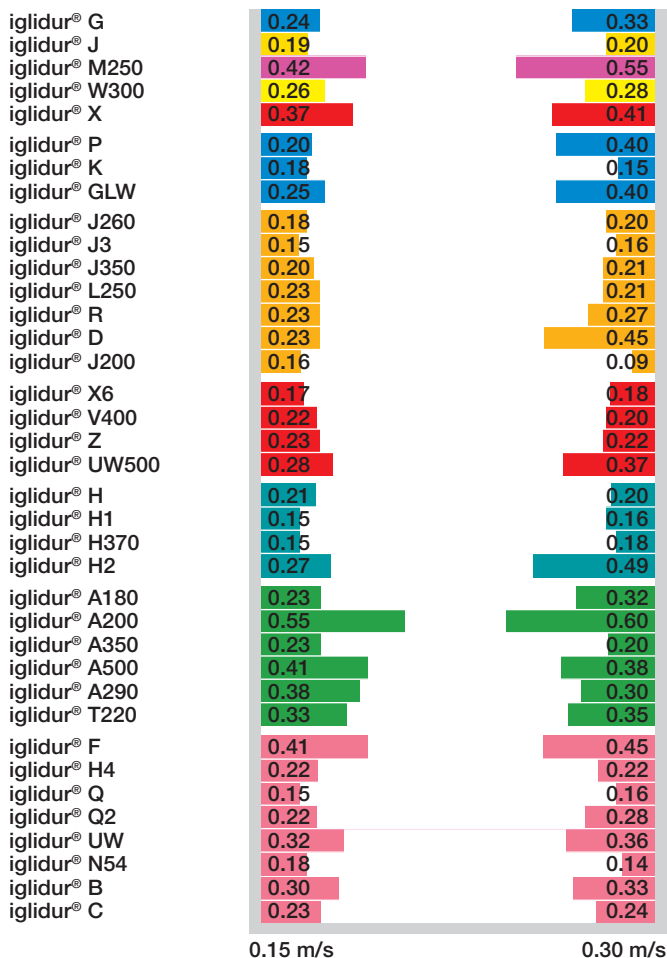


Grafy 05–07: Opotřebení kluzných pouzder iglidur® při nízkých tlacích

Tlak a koeficient tření

S rostoucím zatížením koeficient tření kluzného pouzdra obvykle klesá. V této souvislosti jsou velmi důležité použité materiály a kvalita povrchů hřídelí.

► Koeficient tření, **strana 68**



Graf 08: Koeficienty tření materiálů iglidur® pro různé obvodové rychlosti hřídele (hřídel Cf53 (1,1213))

Obvodová rychlost

S rostoucím zatížením koeficient tření kluzného pouzdra obvykle klesá. V této souvislosti jsou velmi důležité použité materiály a kvalita povrchů hřídelí.

Rotační pohyb
$$v = \frac{n \cdot d1 \cdot \pi}{60 \cdot 1.000} \left[\frac{m}{s} \right]$$

Kývavý pohyb
$$v = d1 \cdot \pi \cdot \frac{2 \cdot \beta}{360} \cdot \frac{f}{1.000} \left[\frac{m}{s} \right]$$

veličiny ve vzorcích:

d1 = průměr hřídele [mm]

f = frekvence v Hertz

β = úhel pohybu na cyklus [°]

n = otáčky za minutu



Při proměnlivé rychlosti, jako např. při kyvných pohybech je potřebná hodnota "průměrná rychlost" (viz výše)

iglidur® | Technická data

Dovolená obvodová rychlost

Kluzná pouzdra iglidur® byla primárně vyvinuta pro nízké až střední rychlosti trvalého provozu. Tabulka 01 zobrazuje povolené obvodové rychlosti kluzných pouzder iglidur® pro rotační, kývavý a lineární pohyb. Tyto hodnoty povrchových rychlostí jsou mezní a předpokládají minimální tlakové zatížení kluzného pouzdra. Ve skutečnosti jsou tyto hodnoty dosahovány jen zřídka a to díky protichůdnému vztahu mezi zatížením a rychlostí. Každé zvýšení tlakového zatížení nevyhnutelně vede ke snížení povolené obvodové rychlosti. Mezní rychlost je mimo jiné dána i teplotou kluzného pouzdra. To je také důvod, proč jsou pro různé typy pohybů udávány různé rychlosti. Při lineárním pohybu je větší množství tepla odváděno hřídelí, protože pouzdro využívá větší plochu hřídele.

Obvodová (povrchová) rychlost a opotřebení

Úvahy o povolené obvodové rychlosti kluzného pouzdra by také měly zahrnovat odolnost kluzného pouzdra proti opotřebení. Vysoké rychlosti s sebou automaticky přinášejí odpovídající zvýšenou rychlost opotřebení.

Obvodová rychlost a koeficient tření

V praxi je koeficient tření závislý na obvodové rychlosti. Vysoké obvodové rychlosti mají vyšší koeficient tření než nízké obvodové rychlosti. Graf 08 například zobrazuje vztah různých materiálů na ocelové hřídeli (za studena válcovaná ocel Cf53 (1,1213)) se zatížením 0,7 MPa.

pv hodnota

Pro kluzná pouzdra je zavedena nová hodnota, která je závislá na tlaku [p] a obvodové rychlosti [v]. Hodnota pv může být považována za měřítko třecího tepla a může být použita jako analytický nástroj pro zodpovězení otázky týkající se vhodného použití kluzného pouzdra. Pro tyto účely je aktuální hodnota pv funkcí materiálu hřídele, okolní teploty a provozní doby.

Materiál	Rotace		Kývavý		Lineární	
	Trvalý	Krát- kodobý	Trvalý	Krát- kodobý	Trvalý	Krát- kodobý
Základní						
iglidur® G	1	2	0,7	1,4	4	5
iglidur® J	1,5	3	1,1	2,1	8	10
iglidur® M250	0,8	2	0,6	1,4	2,5	5
iglidur® W300	1	2,5	0,7	1,8	4	6
iglidur® X	1,5	3,5	1,1	2,5	5	10
Univerzální						
iglidur® P	1	2	0,7	1,4	3	4
iglidur® K	1	2	0,7	1,4	3	4
iglidur® GLW	0,8	1	0,6	0,7	2,5	3
Dlouhá životnost						
iglidur® J260	1	2	0,7	1,4	3	4
iglidur® J3	1,5	3	1,1	2,1	8	10
iglidur® J350	1,3	3	1	2,3	4	8
iglidur® L250	1	1,5	0,7	1,1	2	3
iglidur® R	0,8	1,2	0,6	1	3,5	5
iglidur® D	1,5	3	1,1	2,1	8	10
iglidur® J200	1	1,5	0,7	1,1	10	15
Vysoké teploty						
iglidur® X6	1,5	3,5	1,1	2,5	5,4	10
iglidur® V400	0,9	1,3	0,6	0,9	2	3
iglidur® Z	1,5	3,5	1,1	2,5	5	6
iglidur® UW500	0,8	1,5	0,6	1,1	2	3
Vysoká chemická odolnost						
iglidur® H	1	1,5	0,7	1,1	3	4
iglidur® H1	2	2,5	1	1,5	5	7
iglidur® H370	1,2	1,5	0,8	1,1	4	5
iglidur® H2	0,9	1	0,6	0,7	2,5	3
Aplikace pro kontakt s potravinami						
iglidur® A180	0,8	1,2	0,6	1	3,5	5
iglidur® A200	0,8	1,5	0,6	1,1	2	3
iglidur® A350	1	1,2	0,8	0,9	2,5	3
iglidur® A500	0,6	1	0,4	0,7	1	2
iglidur® A290	1	2	0,7	1,4	3	4
iglidur® T220	0,4	1	0,3	0,7	1	2
Speciální oblasti použití						
iglidur® F	0,8	1,5	0,6	1,1	3	5
iglidur® H4	1	1,5	0,7	1,1	1	2
iglidur® Q	1	2	0,7	1,4	5	6
iglidur® Q2	1	2	0,7	1,4	4	5
iglidur® UW	0,5	1,5	0,4	1,1	2	3
iglidur® N54	0,8	1,5	0,6	1,1	1	2
iglidur® B	0,7	1	0,5	0,7	2	3
iglidur® C	1	1,5	0,7	1,1	2	3

Tabulka 01: Obvodová rychlost materiálů iglidur® v m/s; trvale a krátkodobě

$$p_{v \text{ perm.}} = \left(\frac{[K1 \cdot \pi \cdot \lambda_k \cdot \Delta T]}{\mu \cdot s} + \frac{[K2 \cdot \pi \cdot \lambda_s \cdot \Delta T]}{\mu \cdot b1 \cdot 2} \right) \cdot 10^{-3}$$

veličiny ve vzorcích:

K1, K2 = konstanta pro odvod tepla

(K1 = 0,5, K2 = 0,042)

s = tloušťka stěny pouzdra [mm]

b1 = délka pouzdra [mm]

μ = koeficient tření

λs = tepelná vodivost hřídele

λk = tepelná vodivost pouzdra

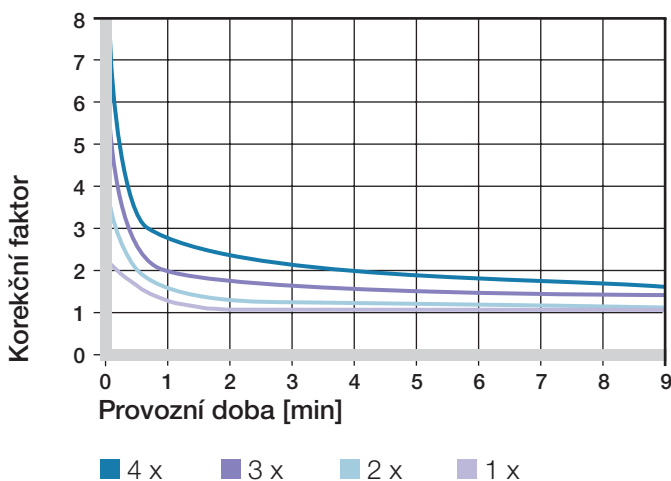
ΔT = (T_a - T_u)

T_u = okolní teplota [°C]

T_a = max. aplikační teplota [°C]

Materiál	Tepelná vodivost [W/m · k]
Ocel	46
Hliník	204
Šedá litina	58
Nerezová ocel 303	16
Keramika	1,4
Plasty	0,24

Tabulka 02: Hodnoty tepelné vodivosti pro jednotlivé materiály



Graf 09: Korekční faktor pro hodnotu p · v

Typ mazání	Korekční faktor
Bez mazání	1
Během montáže	1,3
Nepřetržitě, mazací tuk	2
Nepřetržitě, voda	4
Nepřetržitě, olej	5

Tabulka 03: Korekce tolerované hodnoty p · v při mazání

Korekční faktor

Tolerovaná hodnota p_v hodnoty může být při přerušovaném provozu zvýšena z důvodu krátkodobého zatížení, pokud teplota kluzného pouzdra nikdy nedosáhne maximální teploty. Testy prokázaly správnost tohoto tvrzení pro provozní dobu do 10 minut. Důležitým parametrem je zde poměr mezi délkou provozní doby a délkou pauzy. Je známo, že dlouhé pauzy výrazně přispívají k ochlazení. Různé křivky grafu 09 znázorňují různé poměry (3x znamená, že pauza trvá třikrát déle než provozní čas).

Mazání

Ačkoliv jsou kluzná pouzdra iglidur® konstruována pro suchý provoz bez mazání, jsou zcela kompatibilní se standardními oleji a mazacími tuky. Jednorázové promazání během montáže zlepšuje vlastnosti při záběhu, snižuje koeficient tření a snižuje třecí ohřev. Díky tomuto efektu lze při mazání zvýšit povolené zatížení kluzných pouzder. Výsledky použití s mazáním jsou dostupné z experimentů v laboratořích Iigus. Pro doplňující informace nás neváhejte kontaktovat. Tabulka 03 znázorňuje hodnotu korekčního faktoru pro p_v hodnotu s použitím maziva.

Teploty

Kluzná pouzdra z vysoce odolných triboplastů jsou při vysokých teplotách obvykle podceňována. Věřili byste, že kluzná pouzdra vyrobená z plastů, mohou být použita při teplotách přes +300°C? Tyto údaje jsou uváděny v technických datech jednotlivých materiálů. Teplota trvalého použití je teplota, kterou materiál vydrží pro určitý čas bez snížení pevnosti v tahu. Upozorňujeme, že výsledky těchto standardních testů mají omezené použití, protože kluzná pouzdra jsou téměř vždy pod zatížením.

Teplota aplikace

Minimální teplota aplikace je teplota, pod kterou je materiál natolik tuhý a tvrdý, že se stává příliš křehkým pro standardní aplikace. Maximální trvalá (dlouhodobá) teplota aplikace je teplota, kterou materiál snese bez významné změny vlastností. Maximální krátkodobá teplota aplikace je teplota, nad kterou se materiál stává měkkým a je schopen přenášet jen nízká zatížení.

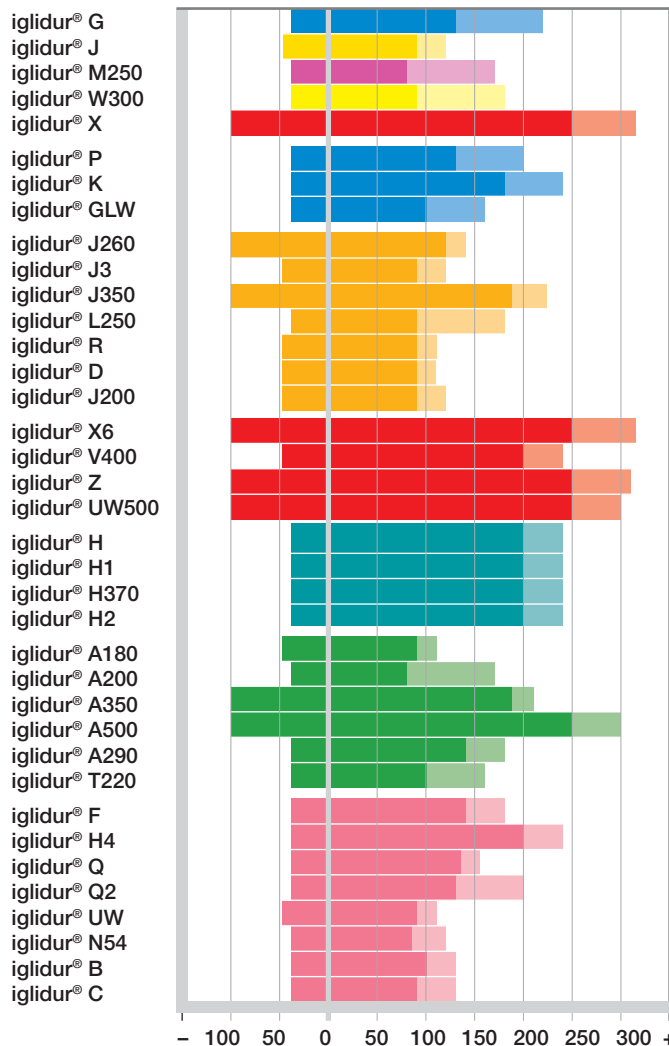
"Krátkodobost" je definována jako časový úsek několika málo minut. Pokud jsou kluzná pouzdra namáhána též axiálními silami, může dojít ke ztrátě pevnosti zalisování pouzdra v otvoru a hrozí nebezpečí axiálního pohybu kluzného pouzdra v otvoru. V těchto případech je nutné přídavné axiální zajištění kluzného pouzdra.

Teplota a zatížení

Grafy 02 a 03 (► **strana 47**) znázorňují maximální doporučený tlak [p] kluzných pouzder iglidur® jako funkce teploty. S rostoucí teplotou tato hodnota nepřetržitě stoupá. Pro kluzná pouzdra platí jedno velmi důležité pravidlo. A to, že v důsledku tření může být teplota kluzného pouzdra vyšší, než je okolní teplota.

Koeficient tepelné roztažnosti

Tepelná roztažnost plastů je přibližně 10x až 20x vyšší ve srovnání s kovy. Navíc se plasty chovají nelineárně. Koeficient tepelné roztažnosti kluzných pouzder iglidur® je jedním z hlavních důvodů vyšších vůlí mezi kluzným pouzdem a hřídelí. Při dané teplotě aplikace se proto hřídel při vyšší teplotě nezadře. Koeficient teplotní roztažnosti kluzných pouzder iglidur® byl zkoumán pro rozsáhlé oblasti teplot a výsledky jsou uvedeny v příslušných materiálových tabulkách na začátku každé kapitoly.



Graf 10: Srovnání teplotních limitů trvalého a krátkodobého působení teplot

Materiál	Teplota [°C]	Materiál	Teplota [°C]
iglidur® G	+80	iglidur® H	+120
iglidur® J	+60	iglidur® H1	+80
iglidur® M250	+60	iglidur® H370	+100
iglidur® W300	+60	iglidur® H2	+110
iglidur® X	+135	iglidur® A180	+60
iglidur® P	+90	iglidur® A200	+50
iglidur® K	+70	iglidur® A350	+140
iglidur® GLW	+80	iglidur® A500	+130
iglidur® J260	+80	iglidur® A290	+110
iglidur® J3	+60	iglidur® T220	+50
iglidur® J350	+140	iglidur® F	+105
iglidur® L250	+55	iglidur® H4	+110
iglidur® R	+50	iglidur® Q	+50
iglidur® D	+50	iglidur® Q2	+70
iglidur® J200	+60	iglidur® UW	+80
iglidur® X6	+165	iglidur® N54	+60
iglidur® V400	+100	iglidur® B	+50
iglidur® Z	+145	iglidur® C	+40
iglidur® UW500	+150		

Tabulka 04: Teploty, při kterých je vyžadováno přidavné ax. zajištění kluzných pouzder iglidur®



Obrázek 08: Testovací komora pro vysoké teploty

Koeficient tření

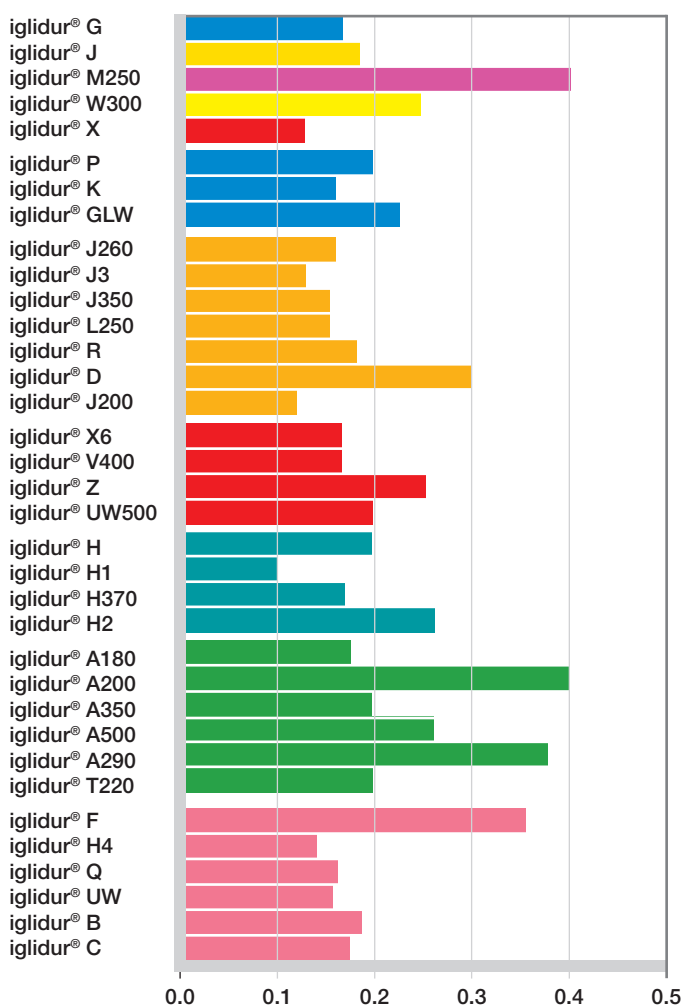
Kluzná pouzdra iglidur® jsou samomazná díky přidání pevných částíček lubrikantů. Pevná maziva snižují koeficient tření kluzných pouzder a tím zvyšují jejich odolnost proti opotřebení. Koeficient tření μ je poměrem třecí a normálové síly působící na kluzné pouzdro.

V závislosti na tom, zda se soustava rozbíhá z klidu, anebo je již v pohybu, je třeba zvolit statický nebo dynamický koeficient tření.

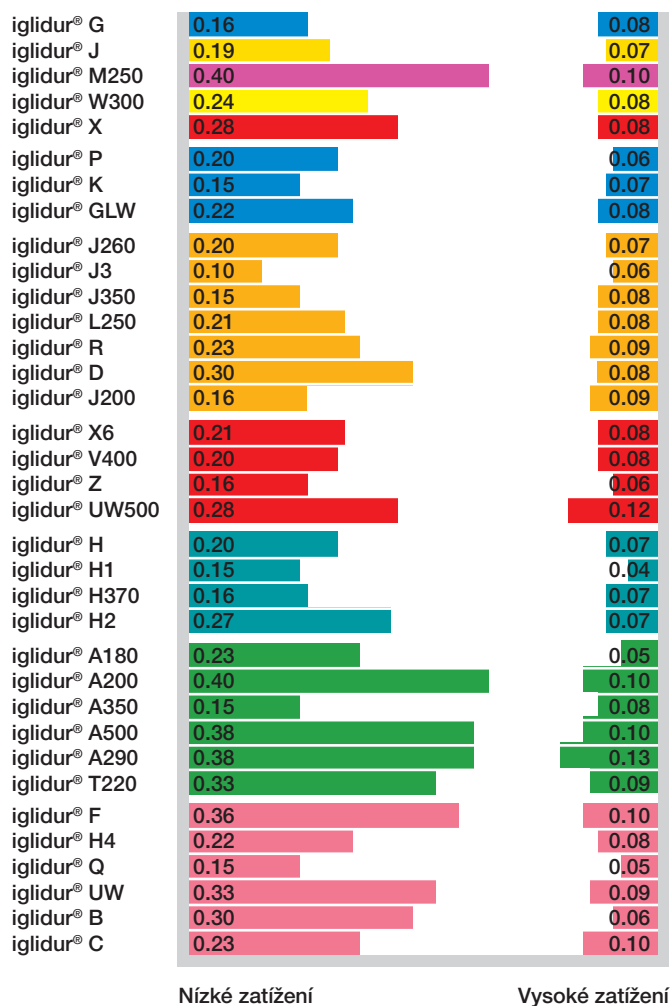
Koeficienty tření a povrchy

Zde se budeme zabývat vztahem mezi koeficientem tření a drsností povrchu materiálu hřídele. Je zřejmé, že hodnota je ovlivněna různými faktory. Pokud je hřídel příliš drsná, hraje důležitou roli úroveň opotřebení. Malé plošky nerovností do sebe zapadají a musí být opotřebený. Pokud jsou povrchy příliš hladké, je výsledkem vyšší adheze, tj. povrchy na sebe

vzájemně přilnou. K překonání adheze je třeba vyšších sil, které vedou ke zvýšení koeficientu tření. Tzv. "stick slip" efekt (trhavý pohyb) může být výsledkem velkého rozdílu mezi statickým a dynamickým koeficientem tření a vysoké adhezivní tendence slícovaných povrchů. "Stick slip" efekt se také může objevit během přerušovaného chodu a může vést k hlasitému pískání. "Stick slip" efekt proto představuje příčinu poškození kluzných pouzder. Znovu a znovu se ukazuje, že tyto zvuky se neobjevují nebo mohou být odstraněny při použití drsnějšího povrchu hřídele. Proto musí být pro použití, kde je vysoké riziko vzniku "stick slip" efektu, a tím i rozsáhlé resonance skříně, věnována zvláštní pozornost návrhu optimální drsnosti hřídele.



Graf 11: Koeficienty tření kluzných pouzder iglidur® pro doporučenou drsnost povrchu hřídele a nízké zatížení, $p = 0,75 \text{ MPa}$



Graf 12: Hodnoty koeficientu tření kluzných pouzder iglidur® při různých zatíženích

Odolnost proti opotřebení

Díky skutečnosti, že opotřebení strojních součástí je funkcí mnoha různých vlivů, je obtížné stanovit obecné pravidlo postupu opotřebení. Proto má v mnoha experimentech opotřebení prvořadou důležitost jako parametr. Při testování bylo objasněno, jaké jsou možné varianty párování různých materiálů. Pro dané zatížení a obvodovou rychlost může faktor odolnosti proti opotřebení kolísat až k hodnotě 10 mezi různými materiálovými dvojicemi.

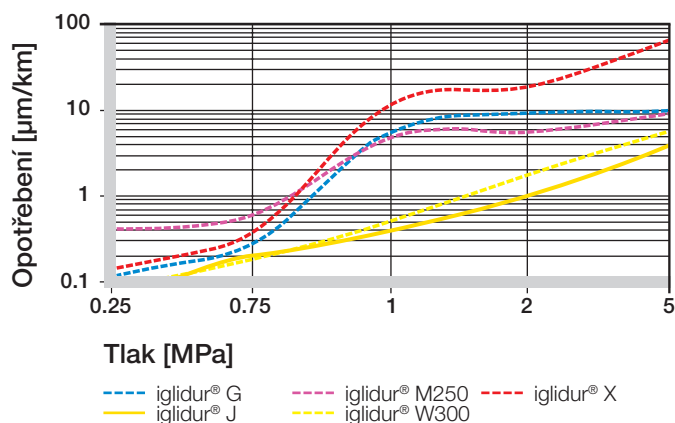
► Materiály hřídelí, strana 55

Opotřebení a zatížení

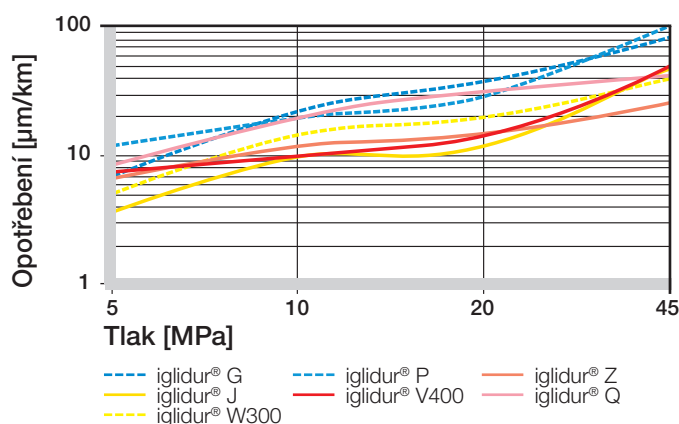
Mění se zatížení velice ovlivňuje životnost kluzného pouzdra. Mezi materiály kluzných pouzder iglidur® jsou určité materiály optimalizovány pro nízká zatížení, zatímco jiné jsou vhodné pro vysoká zatížení.

Opotřebení a teplota

V širokém rozsahu teplot vykazují kluzná pouzdra iglidur® jen malé změny odolnosti proti opotřebení. Jakmile teplota přesahuje maximum teplotního rozsahu, opotřebení kluzného pouzdra roste. Tabulka 05 srovnává "meze opotřebení" jednotlivých materiálů. Jedinou výjimku představuje materiál iglidur® X. Odolnost proti opotřebení materiálu iglidur® X výrazně roste s teplotou. Optimální odolnost proti opotřebení je dosahována při teplotě +160°C. Potom odolnost opět postupně klesá.



Graf 13: Opotřebení kluzných pouzder iglidur® při nízkém zatížení



Graf 14: Opotřebení kluzných pouzder iglidur®, hřídel: Cf53 (1,1213), $v = 0,1$ m/s

Materiál	Limit opotřebení [°C]	Materiál	Limit opotřebení [°C]
iglidur® G	+120	iglidur® H1	+170
iglidur® J	+70	iglidur® H370	+150
iglidur® M250	+80	iglidur® H2	+120
iglidur® W300	+120	iglidur® A180	+70
iglidur® X	+210	iglidur® A200	+80
iglidur® P	+100	iglidur® A350	+120
iglidur® K	+90	iglidur® A500	+190
iglidur® GLW	+100	iglidur® A290	+120
iglidur® J260	+80	iglidur® T220	+90
iglidur® J3	+70	iglidur® F	+130
iglidur® J350	+140	iglidur® H4	+120
iglidur® L250	+120	iglidur® Q	+80
iglidur® R	+70	iglidur® Q2	+120
iglidur® X6	+210	iglidur® UW	+70
iglidur® V400	+130	iglidur® N54	+80
iglidur® Z	+200	iglidur® B	+70
iglidur® UW500	+190	iglidur® C	+70
iglidur® H	+120		

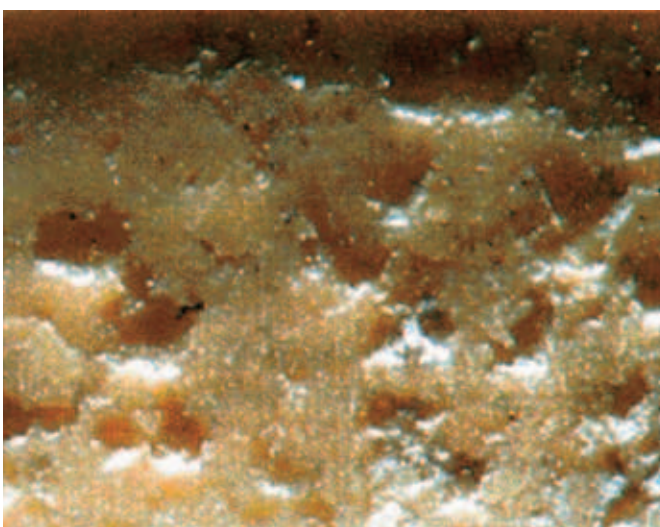
Tabulka 05: Limity opotřebení kluzných pouzder iglidur®



Obrázek 09: Vysoká odolnost proti opotřebení: Kluzné ložisko v kontaktu s pískem



Obrázek 10: Testy opotřebení s hliníkovými hřídelemi



Obrázek 11: Erozi poškozená hřídel s příliš malou drsností povrchu

Opotřebení způsobené nahromaděním abrazivních nečistot

Zvláštní problémy s opotřebením způsobují abrazivní nečistoty, které se dostanou mezi pouzdro a hřídel. Kluzná pouzdra iglidur® mohou v těchto případech výrazně prodloužit životnost a provozní dobu strojů a strojních komponentů. Vysoká odolnost těchto materiálů proti opotřebení a samomazný proces zajišťují nejvyšší životnost. Protože na pouzdru není žádné mazivo, nemohou abrazivní částice snadno ulpívat a pronikat do pouzdra. Největší část jich prostě sklouzne z pouzdra a tím se snižuje možnost poškození. Pokud se však tvrdé abrazivní částice dostanou mezi třecí plochy, mohou být kluzným pouzdrům iglidur® pohlceny. Cizí tělíska se usazují ve stěně kluzného pouzdra iglidur®. Až do určitého bodu může být provoz udržen na optimální hodnotě, dokonce i při extrémním nahromaděním nečistot.

Ovšem nejsou to jen tvrdé abrazivní částice, které poškozují kluzná pouzdra a hřídele. Měkké prachové částice, jako např. textilní a papírová vlákna, jsou častou příčinou zvýšeného opotřebení. V tomto případě opět nastupují do akce kluzná pouzdra iglidur® se suchým provozem a vysokou prachovou odolností. V minulosti již mnohokrát pomohly ušetřit náklady při mnoha náročných aplikacích.

Opotřebení a kvalita povrchu

Pro hodnoty opotřebení kluzných pouzder iglidur® je též velmi důležitá kvalita povrchu hřídele. Podobně jako při úvaze o koeficientu tření, může být povrch hřídele příliš drsný nebo příliš hladký. Příliš vysoká drsnost působí jako pilník a během pohybu odděluje malé částičky z povrchu kluzného pouzdra. Nicméně u příliš hladkého povrchu hřídele se také vyskytuje vyšší opotřebení. Extrémní nárůst tření je způsoben přilnavostí. Síly, působící na kluzné plochy, mohou být tak velké, že se na běžném materiálu objeví prasklinky. Důležitým poznatkem je, že opotřebení otěrem je nelineární. Navíc je náhodné a nelze ho přesně a s předstihem předvídat.

Opotřebení a materiály hřídelí

Hřídel je vedle kluzného pouzdra dalším extrémně důležitým parametrem v ložiskovém systému. Je v přímém kontaktu s kluzným pouzdem a stejně jako kluzné pouzdro je olivňována vzájemným pohybem. V principu se hřídel také opotřebovává. Nicméně moderní ložiskové systémy jsou konstruovány tak, že opotřebení hřídele je natolik malé, že ho nelze ani klasickými metodami měřící technologie zjistit. Hřídele jsou charakterizovány a klasifikovány podle jejich tvrdosti a drsnosti povrchu. Účinky drsnosti povrchu jsou popsány na předcházejících stranách:

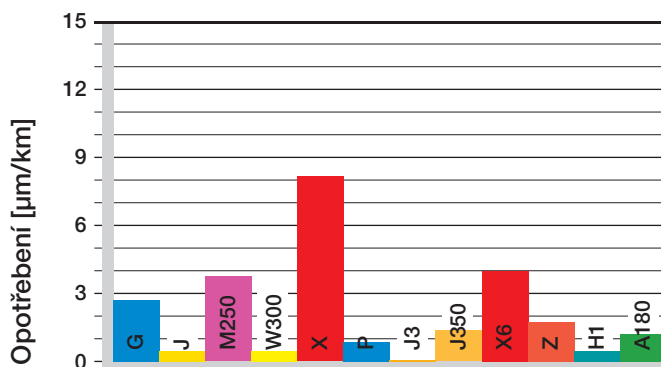
- ▶ Koeficient tření, **strana 68**
- ▶ Odolnost proti opotřebení, **strana 69**

Tvrdot povrchu hřídele hraje též významnou roli. Pokud mají hřídele nižší tvrdost, jsou během záběhu vyhlazeny. Špičky nerovností jsou otupeny a povrch je upraven. U některých materiálů má tento efekt pozitivní vliv a odolnost kluzného pouzdra proti opotřebení tak vzrůstá. V následujících grafech jsou uvedeny nejběžnější materiály hřídelí a jsou porovnány s nejběžnějšími materiály kluzných pouzder iglidur®.

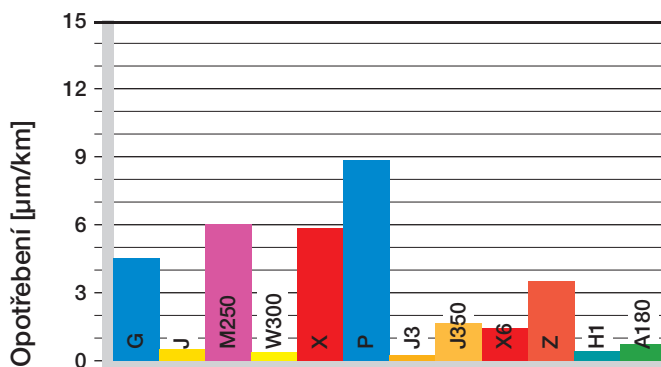
Pro snadnější porovnání je měřítko osy opotřebení ve všech grafech stejné. Zvláště působivá je nízká hodnota opotřebení pro systémy s tvrděchromovanou hřídelí. Tyto, velmi tvrdé a hladké hřídele, příznivě ovlivňují opotřebení většiny kluzných pouzder. Opotřebení většiny kluzných pouzder iglidur® jsou s touto hřídelí nižší, než u kterýchkoliv jiných testovaných materiálů hřídelí. Mělo by však být poukázáno na to, že díky velmi nízké drsnosti hřídele, jsou tyto tvrděchromované tyče náchylné ke "stick slip" efektu.



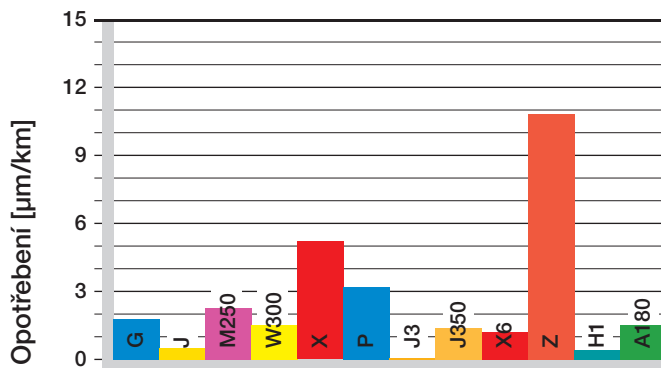
Obrázek 12: Testovací stolice pro testování opotřebení při kývavém pohybu pro malá zatížení



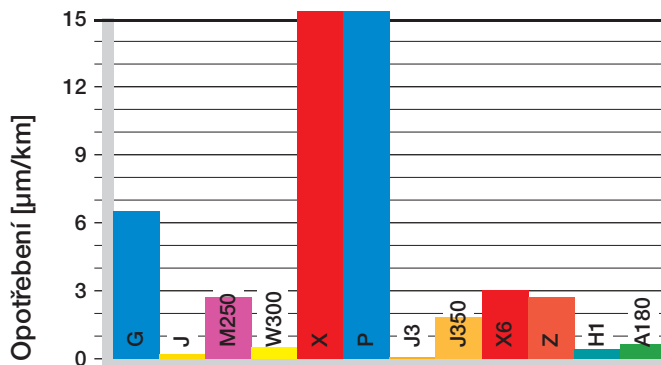
Graf 15: Opotřebení s hřídelí Cf53 (1,1213),
p = 1 MPa, v = 0,30 m/s Ra = 0,20 μm



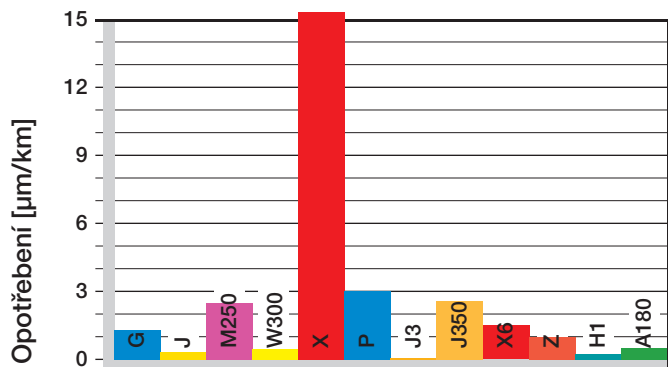
Graf 16: Opotřebení s hřídelí V2A (1,4301),
p = 1 MPa, v = 0,30 m/s Ra = 0,20 μm



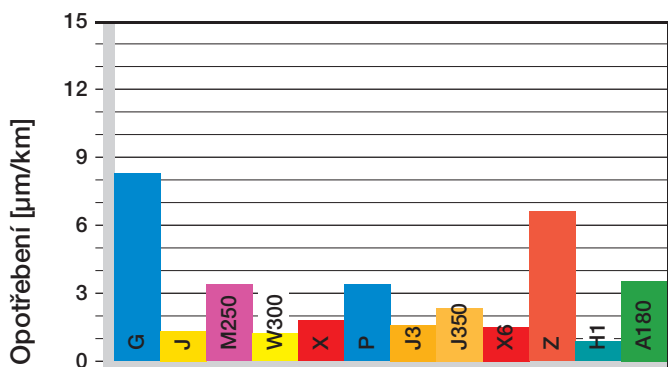
Graf 17: Opotřebení s hřídelí St37 (1,0254),
p = 1 MPa, v = 0,30 m/s Ra = 0,20 μm



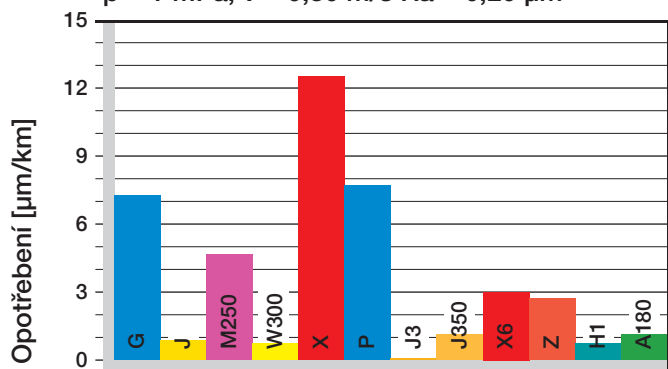
Graf 18: Opotřebení s tvrděchromovou hřídelí Cf53 (1,1213),
p = 1 MPa, v = 0,30 m/s Ra = 0,20 μm



Graf 19: Opotřebení s tvrděloxovanou hliníkovou hřídelí p = 1 MPa, v = 0,30 m/s Ra = 0,20 µm



Graf 20: Opotřebení s hřídelí z automatové oceli (1,0715), p = 1 MPa, v = 0,30 m/s Ra = 0,20 µm



Graf 21: Opotřebení s hřídelí X90 (1,4112), p = 1 MPa, v = 0,30 m/s Ra = 0,20 µm

S vysoce jakostní nerezovou ocelí 1,4112 se získá podobně dobrý výsledek. Kalená ocelová hřídel 1,1213 vykazuje též velmi dobré výsledky. Výsledky opotřebení se s jinými materiály hřídelí výrazně liší. Například měkká nerezová ocel 1,4301 při nízkém zatížení a v kombinaci s vhodným materiálem kluzného pouzdra, prokázala v testech dobré až velmi dobré výsledky. Na druhou stranu je třeba říci, že žádný jiný materiál hřídele nevykazuje větší různorodost výsledků hodnoty opotřebení s různými materiály kluzných pouzder. Proto je výběr nejvhodnějšího materiálu kluzných pouzder zvláště důležitý pro měkké materiály hřídelí, jako jsou např. měkká nerezová ocel (1,4301) a měkká standardní ocel (1,0037). Výsledky testů poskytují pouze vzorek z existujících dat. Všechny uvedené výsledky byly provedeny se stejným zatížením a rychlostí.



Obrázek 13: Testovací stolice pro testování opotřebení při kývavém pohybu pro střední zatížení

Chemická odolnost

Kluzná pouzdra iglidur® mohou během svého použití přijít do styku s mnoha chemikáliemi. Tento kontakt může vést ke změnám strukturních vlastností. Chování plastů vůči určitým chemickým látkám je závislé na teplotě, době vystavení působení a na typu a velikosti mechanického namáhání. Pokud jsou kluzná pouzdra iglidur® odolná proti dané chemikálii, mohou být v tomto médiu použita. Někdy může okolní médium působit i jako mazivo.

Pro chemicky nejodolnější materiál iglidur® X může být médiem dokonce kyselina chlorovodíková nebo mravenčí. Všechna kluzná pouzdra iglidur® mohou být použita ve velmi slabých kyselinách a zásadách. Rozdíly se mohou projevit při vysokých koncentracích nebo teplotách. Pro všechna kluzná pouzdra iglidur® platí jejich odolnost vůči klasickým mazivům. Proto mohou být kluzná pouzdra iglidur® přimazávána. Nicméně je třeba brát v úvahu prostředí aplikace. V prašných prostředích může být přimazávání kontraproduktivní. Vznikne brusná pasta, která může výrazně snížit životnost celého systému. Přehled v tabulce 06 Vám může rychle pomoci při výběru vhodného kluzného pouzdra iglidur®. Pokud během návrhu není zcela jasné, jaké chemikálie a v jaké koncentraci se mohou vyskytnout, měla by být použita kluzná pouzdra iglidur® X. Tento materiál má nejlepší chemickou odolnost a je napadán jen několika málo kyselinami. Detailní seznam chemické odolnosti naleznete v zadní části tohoto katalogu.

► Tabulka chemické odolnosti, **strana 1258**

Použití v potravinářském průmyslu.

Ve výrobním programu kluzných pouzder iglidur® naleznete hned několik materiálů speciálně vyvinutých pro velmi speciální požadavky pro stroje a zařízení pro potravinářský průmysl. Materiály iglidur® A180, A200, A350 a A500 jsou vyráběny dle požadavků FDA (Food and Drugs Administration). Materiál iglidur® A290 je v souladu s požadavky BfR. V sortimentu jsou nově i kluzná pouzdra odpovídající směrnici EC 10/2011 EG.

Materiál	Uhlovo- díky	Maziva, oleje bez aditiv	Slabé kyseliny	Slabé zásady
Základní				
iglidur® G	+	+	0 až –	+
iglidur® J	+	+	0 až –	+
iglidur® M250	+	+	0 až –	+
iglidur® W300	+	+	0 až –	+
iglidur® X	+	+	+	+
Univerzální				
iglidur® P	–	+	0	–
iglidur® K	+	+	0 až –	+
iglidur® GLW	+	+	0 až –	+
Dlouhá životnost				
iglidur® J260	+	0 až –	–	+ až 0
iglidur® J3	+	+	0 až –	+
iglidur® J350	+ až 0	+	+	+
iglidur® L250	+	+	0 až –	+
iglidur® R	+	+	0 až –	+
iglidur® D	+	+	0 až –	+
iglidur® J200	+	+	0 až –	+
Vysoké teploty				
iglidur® X6	+	+	+	+
iglidur® V400	+	+	+	+
iglidur® Z	+	+	+	+
iglidur® UW500	+	+	+	+
Vysoká chemická odolnost				
iglidur® H	+	+	+ až 0	+
iglidur® H1	+	+	+ až 0	+
iglidur® H370	+	+	0 až +	+
iglidur® H2	+	+	+ až 0	+
Aplikace pro kontakt s potravinami				
iglidur® A180	+	+	0 až –	+
iglidur® A200	+	+	0 až –	+
iglidur® A350	+ až 0	+	+	+
iglidur® A500	+	+	+	+
iglidur® A290	+	+	0 až –	+
iglidur® T220	–	+	0	–
Speciální oblasti použití				
iglidur® F	+	+	0 až –	+
iglidur® H4	+	+	+ až 0	+
iglidur® Q	+	+	0 až –	+
iglidur® Q2	+	+	0 až –	+
iglidur® UW	+	+	0 až –	+
iglidur® N54	+	+	0 až +	+
iglidur® B	–	–	0 až –	–
iglidur® C	+	+	0 až –	+

+ odolný 0 podmíněčně odolný – není odolný
Všechny uvedené údaje se týkají chemické odolnosti při pokojové teplotě [+20°C]

Tabulka 06: Chemická odolnost materiálů iglidur®

Materiál	Radioaktivní záření
iglidur® X, Z, UW500, A160	1 · 10 ⁵ Gy
iglidur® X6, A500	2 · 10 ⁵ Gy
iglidur® M250, J3, A200, N54	1 · 10 ⁴ Gy
iglidur® L250	3 · 10 ⁴ Gy
iglidur® V400, C	2 · 10 ⁴ Gy
iglidur® P, K	5 · 10 ² Gy
iglidur® G, J, W300, P210, J260, J200, R, D, C500, A180, A290, UW160, T220, F, F2, Q, Q2, UW, G V0, J2, B, GLW	3 · 10 ² Gy
iglidur® J350, H, H1, H370, H2, H4, A181, A350	2 · 10 ² Gy

Tabulka 07: Odolnost kluzných pouzder iglidur® proti radioaktivnímu záření

Materiál	UV odolnost	Materiál	UV odolnost
iglidur® G	+++++	iglidur® H1	++
iglidur® J	+++	iglidur® H370	+++++
iglidur® M250	++++	iglidur® H2	+
iglidur® W300	+++	iglidur® A180	+++
iglidur® X	+++++	iglidur® A200	++++
iglidur® P	+++++	iglidur® A350	++++
iglidur® K	++++	iglidur® A500	+++
iglidur® GLW	+++++	iglidur® A290	++++
iglidur® J260	+	iglidur® T220	++
iglidur® J3	+++	iglidur® F	+++++
iglidur® J350	++	iglidur® H4	+
iglidur® L250	+++	iglidur® Q	++
iglidur® R	++++	iglidur® Q2	+++++
iglidur® X6	+++++	iglidur® UW	+++
iglidur® V400	+++	iglidur® N54	++++
iglidur® Z	+++	iglidur® B	+
iglidur® UW500	+++++	iglidur® C	+
iglidur® H	++		

Tabulka 08: Odolnost kluzných pouzder iglidur® proti UV záření + nízká odolnost +++++ vysoká odolnost

Materiál	Povrchový odpor [Ω]
iglidur® X	< 10 ³
iglidur® X6	< 10 ³
iglidur® UW500	< 10 ⁹
iglidur® H	< 10 ²
iglidur® H370	< 10 ⁵
iglidur® F	< 10 ²
iglidur® UW	< 10 ⁵

Tabulka 09: Elektrické vlastnosti vodivých kluzných pouzder iglidur®

Radioaktivní záření

Porovnání odolností kluzných pouzder proti radioaktivnímu záření je znázorněno v tabulce 07, Širokému rozpětí radioaktivity jsou nejodolnějšími materiály iglidur® X, UW500, A500 a Z.

UV odolnost

Pokud jsou kluzná pouzdra iglidur® použita ve venkovním prostředí, jsou trvale vystavena povětrnostním vlivům. Odolnost vůči UV záření je významným měřítkem a indikuje, zda je či není materiál napadán UV zářením. Dopad se může projevit od lehkých změn barvy až po křehnutí materiálu. Vzájemné srovnání jednotlivých materiálů je v tabulce 08, Výsledky ukazují, že kluzná pouzdra iglidur® jsou ve většině případů vhodná i pro venkovní použití. Pouze u několika málo materiálů lze očekávat změny.

Vakuum

Kluzná pouzdra iglidur® mohou být do určité míry použita i ve vakuu. Dochází jen k velmi malému odplynění. U většiny materiálů iglidur® nedochází ke změnám materiálových vlastností. V případě potřeby bližších informací nás neváhejte kontaktovat.

Elektrické vlastnosti

V produktové řadě bezúdržbových, samomazných pouzder iglidur® jsou jak materiály izolační, tak i materiály vodivé. Nejdůležitější elektrické vlastnosti jsou popsány v popisu jednotlivých materiálů na začátku každé kapitoly. Tabulka 09 srovnává hodnotu povrchového odporu vodivých kluzných pouzder iglidur®. Materiály kluzných pouzder iglidur®, které nejsou uvedeny v tabulce 09, jsou nevodivé. Všimněte si, že u některých materiálů iglidur® mohou být tyto vlastnosti změněny absorpcí vlhkosti daného materiálu. Proto doporučujeme test daného materiálu ve Vaší aplikaci, aby bylo prokázáno, že materiál bude mít stejné elektrické vlastnosti i po změně provozních podmínek.