

Hřídelové spojky

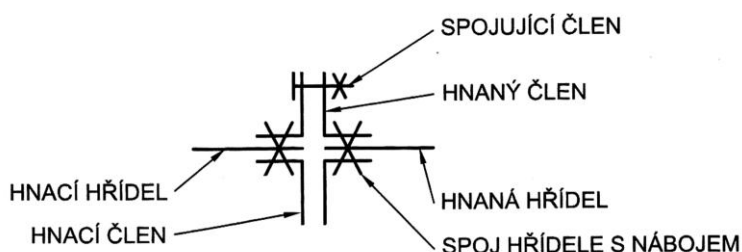
Spojky přenáší krouticí moment mezi hnacím a hnaným strojem nebo mezi jednotlivými částmi stroje či mechanismu.

Další funkce spojek

- přerušení nebo omezení přenosu M_k jako ochrana před přetížením stroje
- tlumení rázů a torzních kmitů hřídelů
- umožnění montážních nepřesností a tepelné roztažnosti spojovaných součástí
- zajištění plynulého rozběhu stroje
- možnost montáže a demontáže celku po částech

Hlavní části spojek

- hnací člen (kotouč)
- hnaný člen (kotouč)
- spojovací člen, nebo tření mezi hnacím a hnaným členem
- ovládací zařízení u ovládaných spojek



Základní schéma spojky

Spojovacím členem mohou být šrouby, čepy, pružiny, ozubení. Spojovací člen může být nahrazen třením, kapalinou či magnetickým polem.

Spojky pracující s vyššími otáčkami musí být vyvážené. Nevyvážeností vznikající odstředivé síly mohou poškodit spojované části, vznikají vibrace a hluk.

Spojky se umísťují se co nejdříve k ložiskům, čímž se zamezí průhybu hřídelů.

Určení velikosti spojek - výpočet

$$M_v = K \cdot M_k$$

$$P = M_k \cdot \omega$$

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot n$$

$$M_v \leq M_t$$

M_v [Nm] – výpočtový krouticí moment
 K [-] – provozní součinitel (podle druhu hnacího stroje)

M_k [Nm] – přenášený krouticí moment

P [W] – jmenovitý přenášený výkon

ω [s^{-1}] – úhlová rychlost

n [s^{-1}] – otáčky spojky

M_t [Nm] – jmenovitý krouticí moment -nejvyšší moment (stanoven výrobcem), který může spojka trvale přenášet

MECHANICKÉ SPOJKY NEOVLÁDANÉ

- **SPOJKY PEVNÉ** korýtková
kotoučová
- **SPOJKY PRUŽNÉ** kotoučová čepová
obručová
čelní zubová
se šroubovitými pružinami
s hadovitou pružinou
- **SPOJKY VYROVNÁVACÍ**
ozubcová axiální
křížová
zubová
s kovovým vlnovcem
kloubová

MECHANICKÉ SPOJKY OVLÁDANÉ

- **VÝSUVNÉ** zubová čelní
třecí – lamelová
automobilová
synchronizační
- **POJISTNÉ** se střížným kolíkem
kuličková vysmekávací
lamelová prokluzovací
- **ROZBĚHOVÉ** odstředivá
- **VOLNOBĚŽNÉ**

MECHANICKÉ SPOJKY NEOVLÁDANÉ

Neumožňují rozpojení hřídelí za chodu.
Dělí na spojky **pevné**, **pružné** a **vyrovnávací**.

SPOJKY PEVNÉ

Spojovací členy nejsou pružné

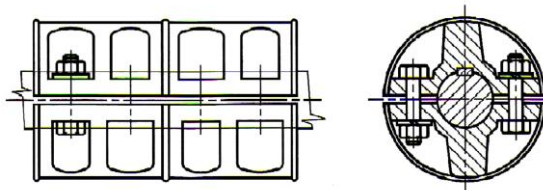
Přenáší všechny nerovnoměrnosti chodu a rázy z jednoho hřídele na druhý.
Spojují hřídele natrvalo.
Spojované hřídele musí být přesně souosé.
Rozpojit lze pouze demontáží.

Misková (korýtková) spojka

Dvě části (korýtky) jsou spojeny až 10ti šrouby. Celá spojka je zakrytována plechovým krytem. Do průměru 80mm spojovaných hřídelí je točivý moment přenášen pouze třením způsobeným sevřením hřídelí oběma částmi spojky. Pro větší průměry je spoj hřídelí proveden navíc těsným perem pro zamezení prokluzu.

Spojka se snadno montuje, není nutno osově přesouvat hřídele.

Použití: spojení delších hřídelí stejného průměru a s klidným zatížením, např. u jeřábů.



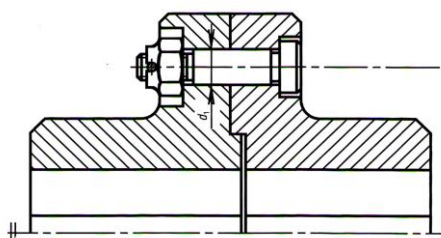
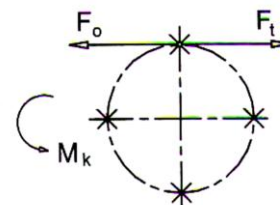
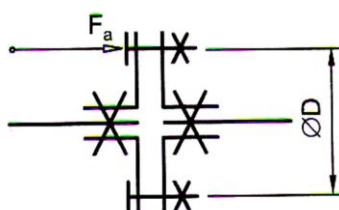
na obr. korýtková a kotoučová spojka

Kotoučová spojka

Nejpoužívanější pevná spojka.

Dva kotouče spojené 4 až 12ti šrouby. Kotouče jsou s konci spojovaných hřídelí spojeny perem nebo nalisovány. Šrouby spojující kotouče jsou v dírách přírub volně, točivý moment je pak přenášen třením na mezikruhové ploše. Je-li spojení provedeno lícovanými šrouby, jsou tyto namáhány stříhem. Montáž vyžaduje posuv hřídele.

Velmi spolehlivá spojka, konstrukčně a výrobně jednoduchá.



Použití: Přenos velkých točivých momentů. Spoj hřídelí i různých průměrů. Např. u zdvihacích strojů, zemědělských strojů.

SPOJKY PRUŽNÉ

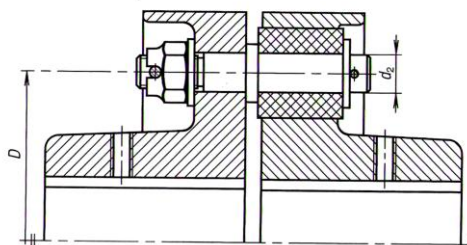
Za chodu a při rozběhu tlumí rázy, umožňují vyrovnání menších montážních nepřesností a osový posuv hřídelí.

Mají větší použití než spojky nepružné.

Spojovací členy jsou pružné a mohou být nekovové nebo kovové.

Kotoučová čepová spojka

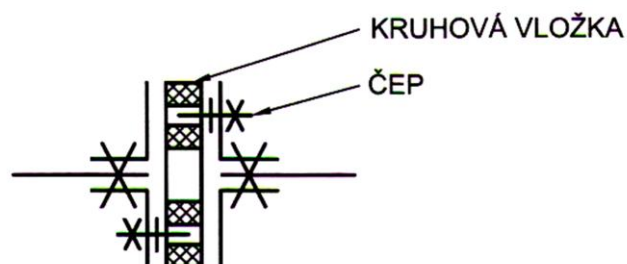
Je jednou z nejpoužívanějších pružných spojek. Dva kotouče mají náboje spojené s hřídelí pomocí per. V jednom kotouči jsou uložena pouzdra např. z polyamidu nebo pryže.



Čepy jsou vyměnitelné bez demontáže spojky.
 Pružná pouzdra nejen pruží, ale i elektricky odizolují druhou část spojky.



Jinou variantou je čepová spojka, u které je místo jednotlivých pouzder kruhová pryžová deska.
 tzv. **spojka Hardy**



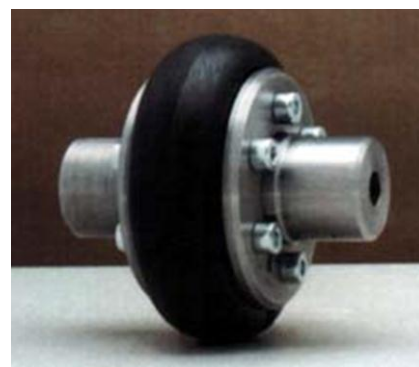
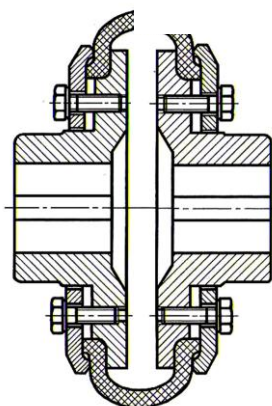
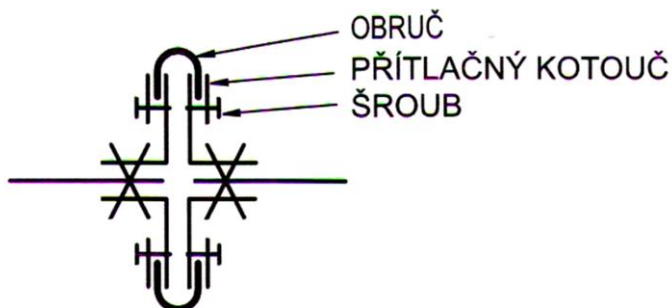
Obručová spojka (Periflex)

Dva stejné náboje jsou spojeny s hřídeli pery. Pryžová obruč je sevřena mezi náboje a přítlačné kotouče pomocí šroubů. Pryžová obruč má nosnou kostru z textilních vložek nebo ocelových drátů. Umožňuje úchylky Δx až 8mm, Δy až 4mm a $\Delta \varphi$ až 4°. Vyznačuje se jednoduchou montáží, bez nutnosti posunu hřídelů.

Nevýhodou může být omezená provozní teplota od -40°C do 100°C.

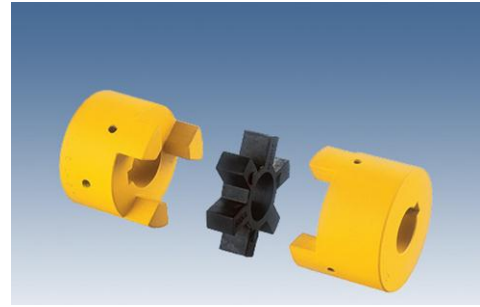
Použití: Určené především pro spojení dvou hřídelí u pohonů spalovacím vznětovým motorem nebo s elektrickým motorem. Např. důlní dopravníky - je odolná proti prachu, kompresory, pohony lodí.

Dobře tlumí rázy, absorbuje špičkové kroucí momenty a snižují vibrace.



Čelní zubová spojka

Spojka sestává ze dvou nábojů a pružného prvku, vloženého mezi nimi.

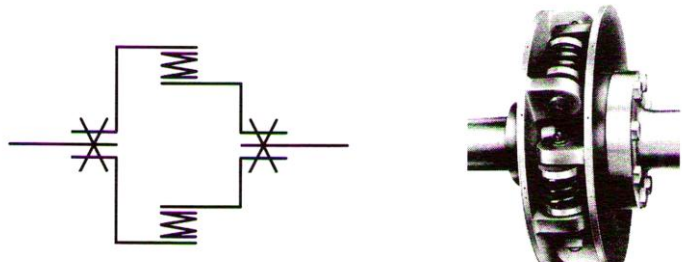


Spojka se šroubovitými pružinami

Umožňuje úchylky $\Delta x, \Delta y$ a $\Delta \varphi$.

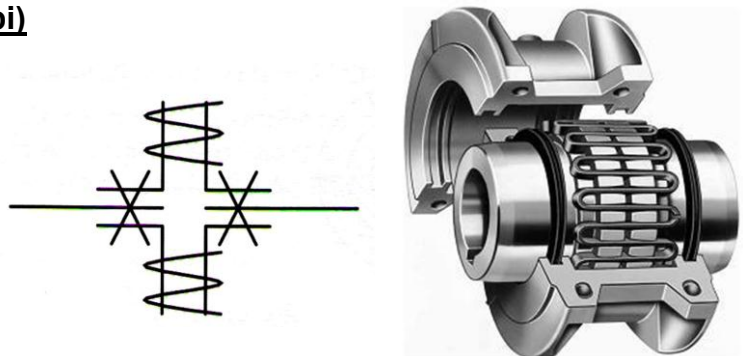
Po dosednutí závitů pružin pracuje jako pevná spojka.

Použití u obráběcích a textilních strojů.



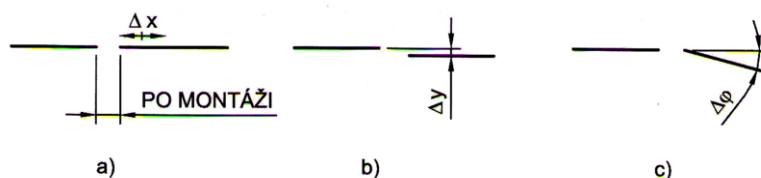
Spojka s hadovitou pružinou (Bibi)

- má na obvodu hnacího i drážky, do kterých je vložena velké zatížení a rázy, např. u
- odolná proti vlivům prostředí
- umožňuje reverzaci otáček



SPOJKY VYROVNÁVACÍ

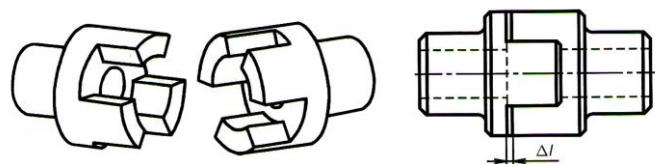
Umožňuje osový posuv hřídelí Δx . U některých typů i vyrovnání montážní nepřesnosti Δy a $\Delta \varphi$.



Osový posuv a montážní nepřesnosti

Ozubcová axiální spojka

Na čele kotoučů jsou zpravidla tři zuby, které zapadají do vybrání v protikus. Souosost zajišťuje vložené středící pouzdro nebo konec



Dilatační axiální ozubcová spojka (Δl – dilatace)

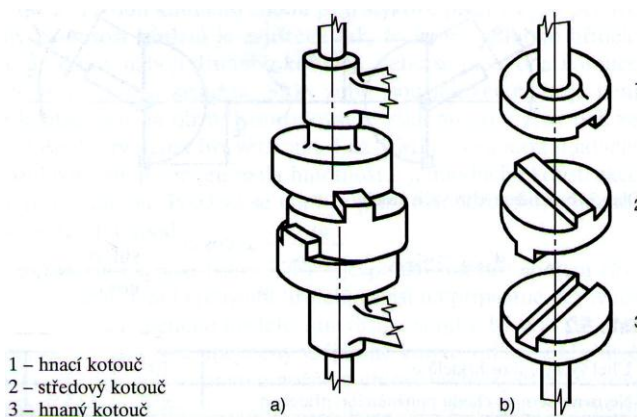
jednoho hřídele zasahuje do díry druhého kotouče.

Křížová spojka (Oldhamova)

Radiální spojka křížová též zvaná Oldhamova slouží k přenosu krouťícího momentu mezi nesouosými a přitom rovnoběžnými hřídeli.

Při otáčení hřídelí se středový kotouč zasouvá a vysouvá - koná planetový pohyb. V drážkách kotoučů vzniká smykové tření, proto je nutnost dobře mazat.

Použití: obráběcí stroje



animace

<http://cs.autolexicon.net/articles/oldhamova-spojka>

Zubová spojka

Má dva ozubené náboje se společnou objímkou, která má vnitřní ozubení. Mk je přenášén prostřednictvím do sebe zapadajících ozubení.

Ozubení má elolvettní profil modulu $1 \div 2,5$ mm. Spojky se vyznačují malými rozměry, velkou tuhostí a příznivou cenou.

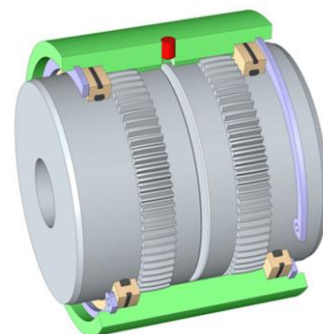
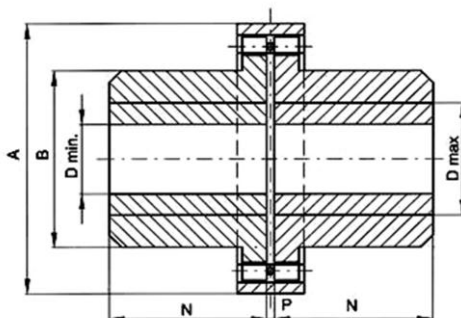
Zubové spojky připouštějí osové dilatace a délkové odchylky, ale pouze malé odchylky úhlové a jen nepatrnou nesouosost.

Je nutné je dobře mazat! (plastické mazivo nebo olej + dobré těsnění proti vnikání prachu).

Pro malé Mk se vyrábí s plastu a nemusí se mazat.

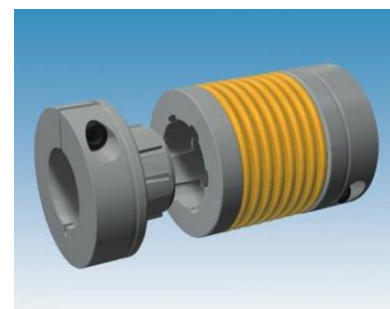
Pro větší Mk litá ocel nebo výkovek.

Použití: stavební stroje, dopravníky, zdvihadla, jeřáby, turbíny.



Spojka s kovovým vlnovcem

Je tuhá v krutu, pružná axiálně a úhlově.



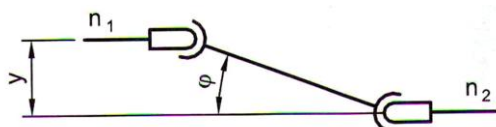
Kloubová spojka čepová (křížový kloub)

Slouží ke spojení různoběžných hřídelí.

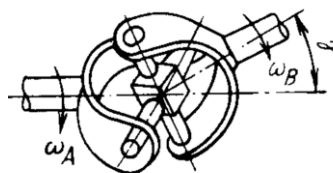
Umožňuje za chodu změnit úhel φ (obr. dole) a tím i osovou vzdálenost y . Maximální $\varphi = 45^\circ$. Má tu vlastnost, že se mění úhlová rychlost jeho hnané části v průběhu otáčky, a to především při větších úhlech φ .

použití: obráběcí, stavební, zdvihací a zemědělské stroje.

U konstrukce automobilů s motorem vpředu a pohonem zadních kol je kloubová hřídel (dva klouby se spojovací hřídelí) mezi převodovkou a rozvodovkou. Vyrovnává výškový rozdíl obou částí a jejich vzájemný pohyb vlivem

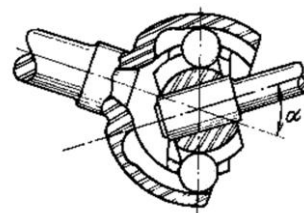


pérování.



Kuličkový kloub

U konstrukce automobilů s motorem vpředu a pohonem předních kol jsou kloubové hřídele mezi diferenciálem, který je součástí převodovky a náboji kol. U řízeného kola přední nápravy musí však být kloub stejnoběžný (homokinetický). Má tu vlastnost, že úhlová rychlost jeho hnané části se v průběhu otáčky nemění, a to i když je kolo vytočeno do rejdu a části kloubu svírají větší úhel α (φ). Jednou z konstrukcí je kloub kuličkový.



MECHANICKÉ SPOJKY OVLÁDANÉ

Umožňují spojení a rozpojení hnací a hnané hřídele za klidu i za chodu.

rozdělní podle funkce:

- výsuvné
- pojistné
- rozběhové
- volnoběžné

SPOJKY VÝSUVNÉ

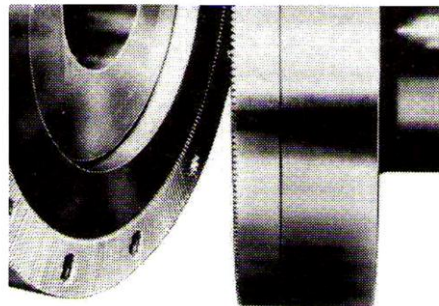
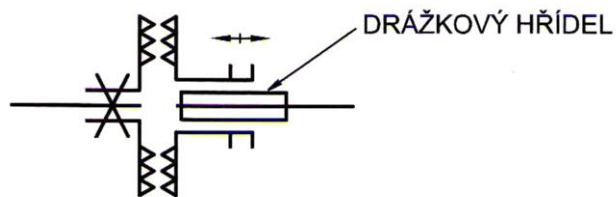
ovládání:

- mechanické
- hydraulické
- pneumatické
- elektrické

Přenos M_k se uskutečňuje tvarem nebo třením.

Zubová spojka čelní

Přenáší M_k tvarem zubů.



Na čele kotoučů jsou zuby, které zapadnou do protikusu.

Použití pro malá i velká zatížení.

Sepnout lze za klidu nebo při synchronních otáčkách. Vypnout lze za klidu i za chodu.

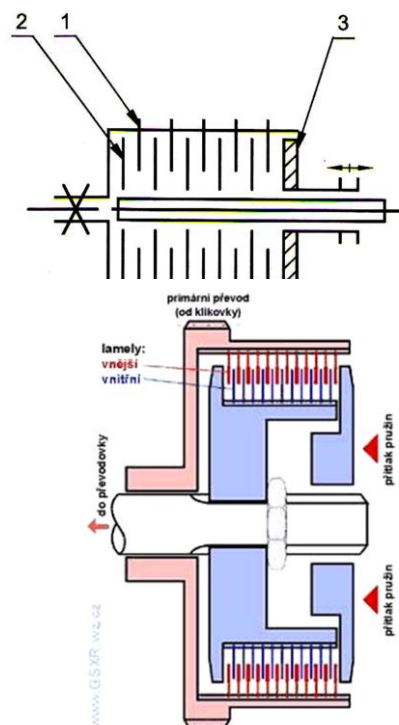
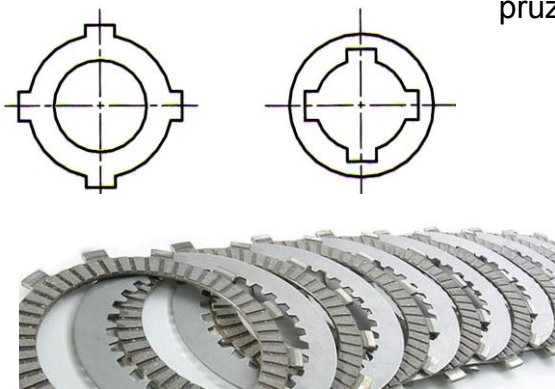
Třecí spojky

Jsou to spojky se silovým přenosem, tj. M_k se přenáší třecí silou.

Používají se například u motorových vozidel.

Lamelová spojka

Má několik párů lamel – tenkých kotoučů, které jsou střídavě uchyceny v drážkách v hnacím a hnaném členu spojky. Pohyb přítlačného kotouče (3), který hnací lamely (1) a hnané lamely (2) stlačuje, je vyvozen elektricky, hydraulicky nebo mechanicky např. pružinami.



Na obr. hnací a hnané lamely.

Lamely jsou ocelové nebo z kovokeramiky.

Ocelové lamely mohou mít nalepeno obložení, např. korek, který zvyšuje součinitel tření. Potom je mezi lamely přiveden olej, který odvádí teplo (tzv. mokrá spojka).

Lamelové spojky mohou přenášet i velká zatížení.

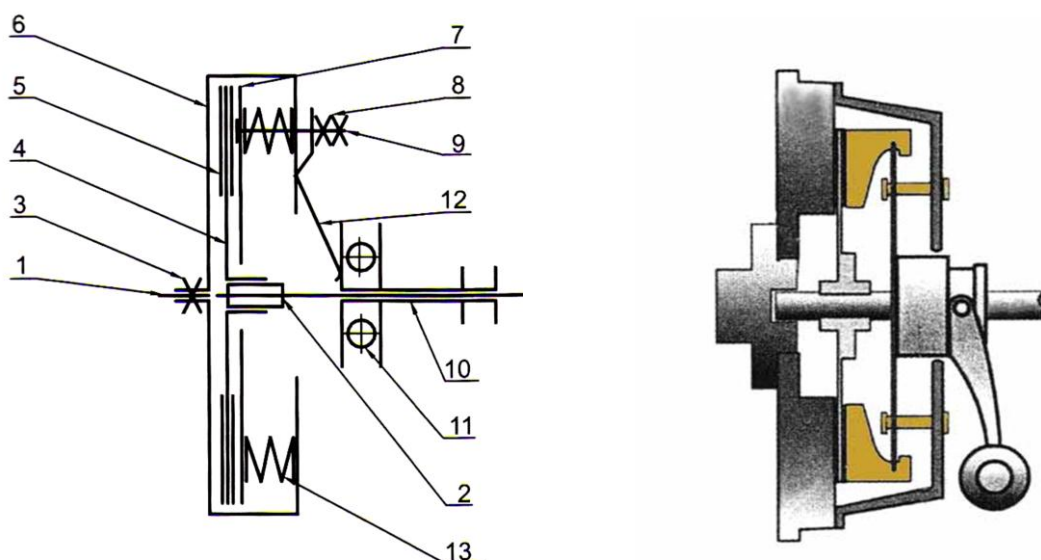


Použití: obráběcí stroje, motocykly (viz obr.).

Automobilová spojka

Spojka má lamelu (4) s obložením – FERODO (5). Lamela je posuvně uložena na drážkové hřídeli (2). Pomocí pružin (13) je lamela sevřena mezi setrvačnick motoru (6) a přítlačný kotouč (7). Rozpojení spojky se provede silou působící přes axiální tzv. spojkové ložisko (11) na delší konec dvouramenné páky (12), kdy kratší konec této páky odtáhne pomocí šroubů (9) přítlačný kotouč. Ložisko je uloženo v posuvné vidlici (10). Matice (8) na šroubu umožňují seřízení spojky po opotřebení obložení. Setrvačnick je s hnací hřídelí (1) spojen perem (3) nebo šrouby.

Spojky u nákladních automobilů mají dvě lamely, mezi které se vkládá třecí kotouč.



Současné automobilové spojky využívají většinou talířové pružiny – viz. druhý obr. Spojka se šroubovými pružinami se projevuje poklesem přítlačné síly vlivem opotřebením obložení, což je pro provoz nežádoucí. U spojek s talířovou pružinou neovlivňuje opotřebením lamely výrazně velikost přítlačné síly a tato síla je rovnoměrně rozdělena po celém obvodu.

Spojka je umístěna mezi motorem a převodovkou a umožňuje plynulý nárůst hnací síly, kterým ovládá řidič rozjetí automobilu. Také při přeřazení rychlostních stupňů dochází ke krátkodobému odpojení převodovky od motoru. Spojka také tlumí kmitání pocházející z neplynulosti chodu motoru.

Spojka je ovládána levou nohou řidiče. Ovládání spojky od spojkového pedálu řidiče spočívá k přenosu síly na páku spojky. Přenos je buď lankový, nebo hydraulický. Převážně se však využívá ovládání hydraulické, které je citlivější a plynulejší.

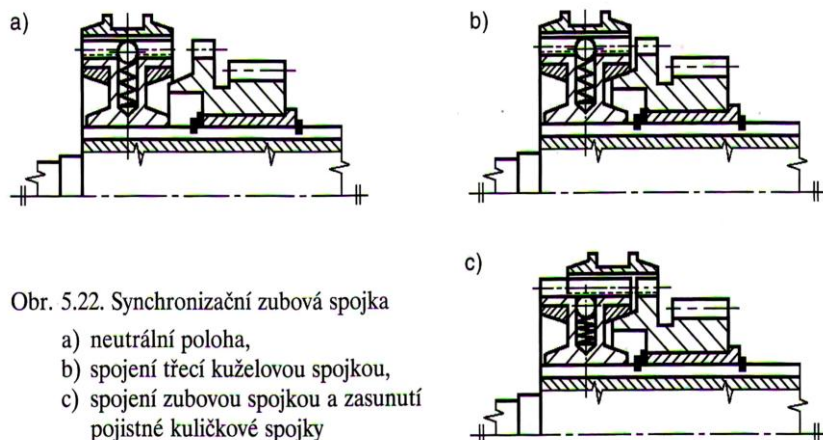
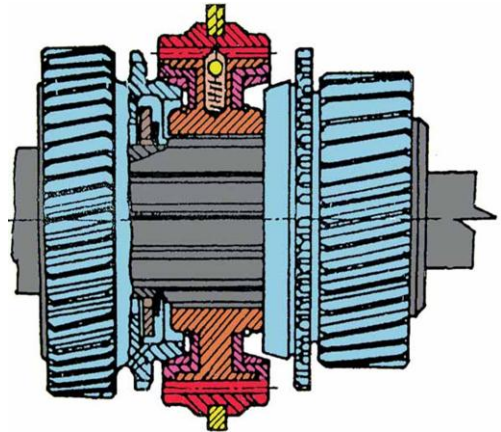


Synchronizační automobilová spojka

Je použita v automobilových převodovkách, kde umožňuje přeřazování rychlostních stupňů. Spojí určité ozubené kolo s hřídelí.

Jedná se o kombinaci spojky kuželové třecí a spojky zubové. Obě spojky jsou spojeny v jeden celek kuličkovou pojistkou.

Při zasouvání spojky do záběru na sebe nejprve dosednou kuželové plochy třecí spojky. Tím se vyrovnají otáčky spojového kola s hřídelí. Potom se zasunou zuby spojky zubové a je možno přenášet mezi ozubeným kolem a hřídelí plný výkon.



SPOJKY POJISTNÉ

Při překročení dovoleného hnacího momentu rozpojí hnací a hnanou hřídel, tím zamezí přetížení a poškození částí stroje.

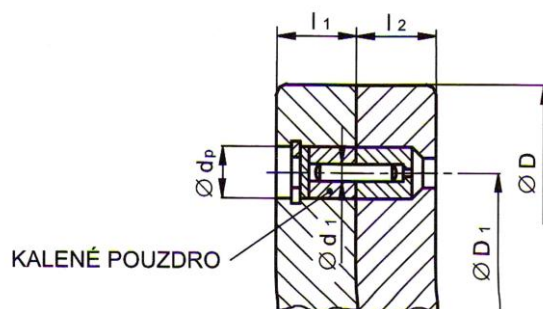
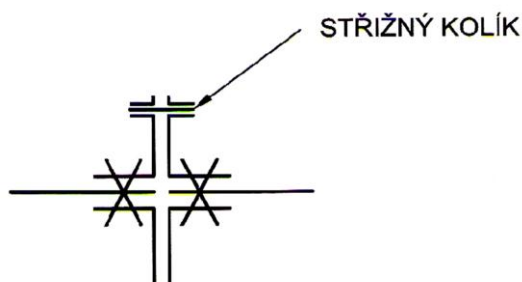
Spojka se střížným kolíkem

Kolík se při překročení výpočtově nastaveného momentu přestříhne. Smykové napětí v kolíku musí překročit při tomto momentu mez pevnosti ve smyku τ_{Ps} . Pro usnadnění přestřížení se kolík vkládá do kaleného pouzdra s ostrými hranami.

Výhoda: jednoduchá levná spojka.

Nevýhoda: nutnost výměny kolíku.

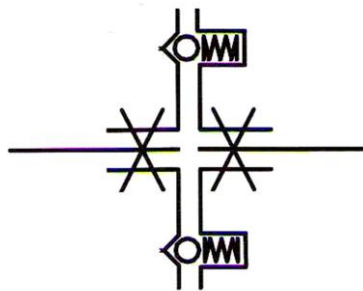
Použití: travní sekačky



Spojka kuličková vysmekávací

Kuličky jsou zatlačovány pružinami do vhodně tvarovaných vybrání, z nichž jsou po dosažení stanoveného momentu vytlačeny - přeskočí do dalšího vybrání a části spojky se protáčí (osová síla překoná tlak pružin).

Nevýhoda: hlučnost a náročnější výroba.



Spojka lamelová prokluzovací

Je to lamelová spojka, u nichž tlakem pružin (nebo jedné centrální pružiny) na lamely je nastavena přítláčná síla a tím i přenášený moment. Jeho velikost lze měnit nastavením tlaku pružin. Po překročení dovoleného momentu začne spojka prokluzovat.

Nevýhoda: spolehlivost je ovlivněna rozptylem hodnot součinitele smykového tření a opotřebením lamel.

SPOJKY ROZBĚHOVÉ

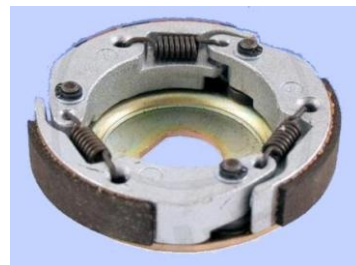
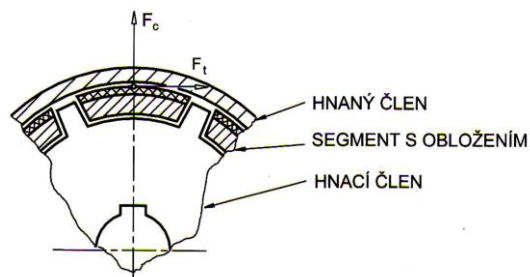
Umožňují rozběh hnacího stroje bez zatížení a jeho plynulé spojení s hnaným strojem až při dosažení určitých otáček.

Plní i funkci pojistné spojky.

Odstředivá spojka s třecími segmenty

Krouticí moment se přenáší silovým stykem, tedy využitím třecí síly. Třecí síla F_t je závislá na odstředivé síle F_c , která je dána hmotností segmentu a otáčkami hnacího členu.

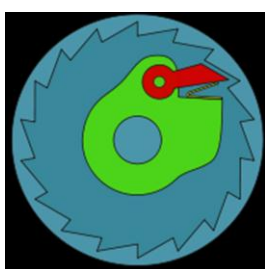
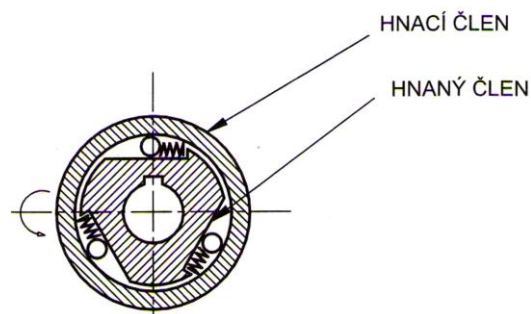
Odstředivá spojka je spojka, která automaticky při zvýšení rychlosti otáčení spojí hnací (uvnitř) hřídel s hnaným vnějším bubnem. Na vnitřní (hnací) hřídel jsou připevněny segmenty s třecím obložením (2 i více), které se při zvýšení otáček pomocí odstředivé síly posunují od středu. Pokud rychlost otáčení stoupne nad určitou hranici (určují ji pružiny, které tlačí segmenty ke středu hnacího hřídele) začnou se segmenty třít o buben a tím přenášet točivý moment. Při poklesu otáček se hřídel od bubnu opět automaticky odpojí.



SPOJKY VOLNOBĚŽNÉ

**Přenáší krouticí moment pouze v jednom směru otáčení.
Spojení se automaticky přeruší, jestliže hnaný člen předbíhá hnací.**

Pokud hnací člen má snahu předbíhat hnaný spojení se obnoví. Tělíska ve tvaru kuličky nebo válečku se vzepřou ve vhodně tvarovaném prostoru mezi hnací a hnaný člen spojky a přenáší M_k .



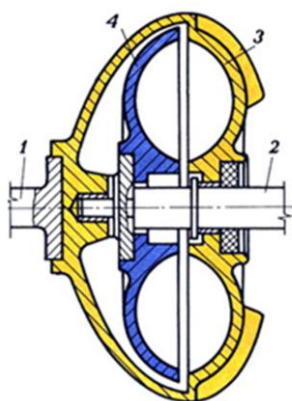
Konstrukce s využitím přenosu M_k tvarovým stykem. Hnací člen je opatřen ozubením. Místo kuliček jsou použity západky, které do ozubeného prstence zapadají. Pokud se volnoběžka točí směrem ve kterém nemá přenášet sílu (na obrázku by se točil střed proti směru hodinových ručiček) západky se po ozubeném prstenci smekají - nepřenáší sílu. Pokud se otočí smysl otáčení, západky zapadnou do ozubení vnějšího prstence. Volnoběžka této konstrukce není vhodná pro příliš vysoké otáčky. Používá např. u jízdních kol v zadním náboji.

Pokud se kolo otáčí volně (nepřenáší se síla ze šlapek na kolo) jde slyšet cvakání volnoběžky.

SPOJKY HYDRAULICKÉ

Hydrodynamická spojka

Spojka má hnací (turbínové kolo) a hnanou část (čerpadlové kolo). Obě části mají lopatky, v nichž je olej. Otáčením čerpadlového kola dostává olej odstředivou silou patřičnou rychlost; celá náplň oleje získává pohybovou energii. Olej přitéká do turbínového kola, kde předává svou pohybovou energii čerpadlovému kolu. Kapalina obíhá z čerpadla do turbíny a zpět do čerpadla. Při plném běhu je mezi otáčkami n_1 a n_2 jen zcela malý rozdíl, tzv. **skluz**. Hydrodynamická spojka umožňuje plynulý rozběh hnaného stroje.



- 1 – hnací hřídel
- 2 – hnaný hřídel
- 3 – čerpadlové kolo
- 4 – turbínové kolo

SPOJKY ELEKTRICKÉ

Liší se tím, že u nich nedochází k mechanickému styku částí spojky. Krouticí moment se přenáší vzájemným působením magnetických polí hnací a hnané části spojky.