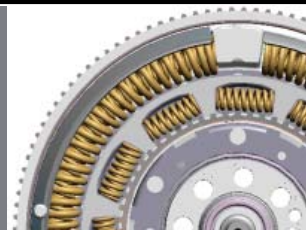




Dvojmotový zotrvačník

Technika

Diagnóza porúch



1. História	4 - 5
2. Dvojhmotový zotrvačník – ZMS	6 - 7
2.1 Prečo dvojhmotový zotrvačník?	6
2.2 Konštrukcia	6
2.3 Funkcie	7
3. Komponenty dvojhmotového zotrvačníka	8 - 17
3.1 Primárny zotrvačník	8
3.2 Sekundárny zotrvačník	9
3.3 Ložisko	10
3.4 Príruba	12
3.5 Trecí kotúč	13
3.6 Oblúkové pružiny	14
3.7 Špeciálne vyhotovenie dvojhmotových zotrvačníkov	16
4. Diagnóza poškodenia dvojhmotových zotrvačníkov	18 - 27
4.1 Všeobecné pokyny	18
4.2 Hluk	19
4.3 Chiptuning	20
4.4 Vizuálna kontrola / Vyobrazenie poškodenia	21

Od klasického tlmiča torzných kmitov k dvojhmotovému zotrvačníku



Prudký vývoj automobilovej techniky prináša v posledných desaťročiach stále výkonnejšie motory – súčasne rastú nároky vodičov na kvalitu a komfort jazdy. Vďaka znižovaniu hmotnosti vozidiel a poklesu aerodynamických hlukov karosérií optimalizovaných vo veterných tuneloch sa ostatné hluky dostávajú stále viac do popredia. Ku zmenám zdrojov hluku ale prispievajú taktiež koncepcie motorov prevádzkovaných s chudou zmesou, pri extrémne nízkych prevádzkových otáčkach, alebo prevodovky nových generácií s olejmi s nižšími viskozitami.

V polovici 80. rokov narazil, v tej dobe už desať-ročie trvajúci vývoj klasických tlmičov torzných kmitov, umiestnených v telese spojky, na hranice svojich technických možností. Pri rovnakých či dokonca menších stavebných rozmeroch spojky už nebolo naďalej možné pokryť trvalo rastúce výkony a točivé momenty motorov.

Rozsiahlym vývojom dospela firma LuK k jednoduchému, ale veľmi účinnému riešeniu – dvojhmotovému zotrvačníku (ZMS-Zweimassenschwungrad) – v svojej dobe nový koncept tlmenia torzných kmitov v hnacom systéme vozidiel.

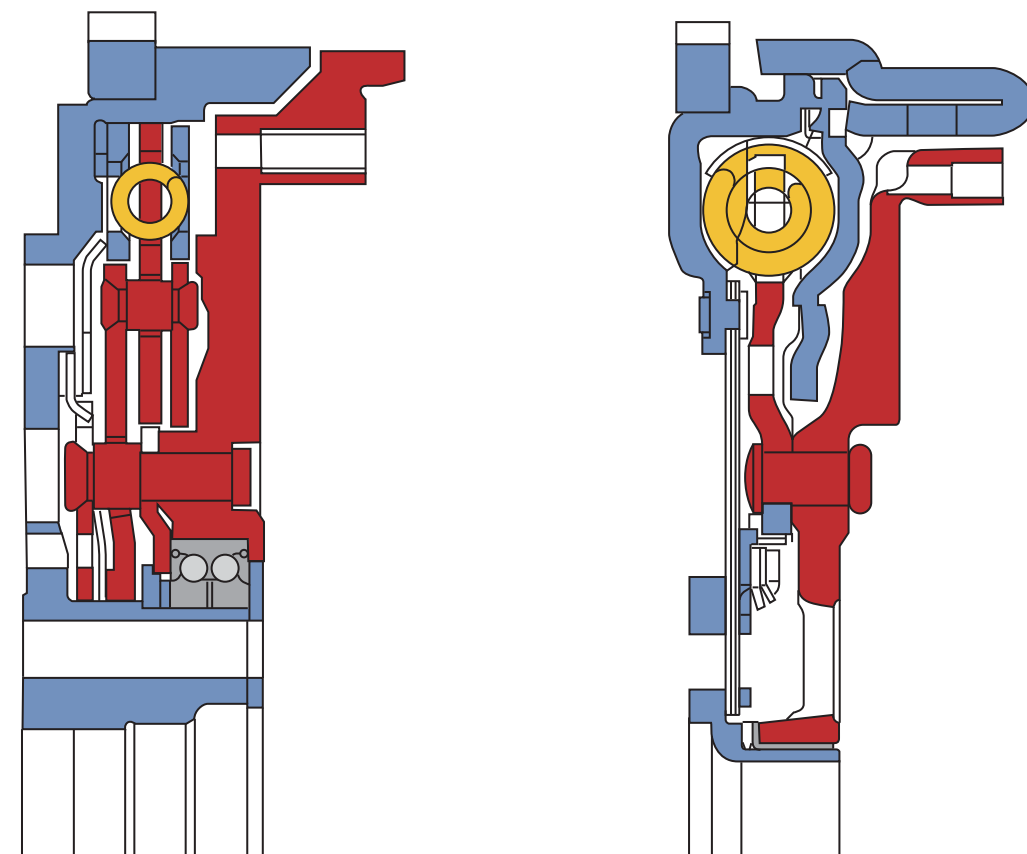


1. História

Dvojhmotové zotrvačníky prvej generácie boli tvorené podobnou sústavou pružín ako konvenčné torzné tlmiče, pri ktorých boli tlačné pružiny usporiadané radiálne bližšie stredu. K dispozícii preto bolo iba malé pracovné stlačenie pružín. Pri šesťvalcových motoroch bolo tlmenie vibrácií zaistené, pretože tieto motory majú nízke rezonančné otáčky.

Štvorvalcové motory sú charakteristické vyššou nerovnomernosťou chodu a vyššie položenými rezonančnými otáčkami. Pomocou posunutia pružín ďalej od stredu a použitím pružín s väčším priemerom bola dosiahnutá päťnásobná tlmiaca kapacita pri zachovaní rovnakých konštrukčných rozmerov.

Schematické zobrazenie dvojhmotového zotrvačníka (ZMS)

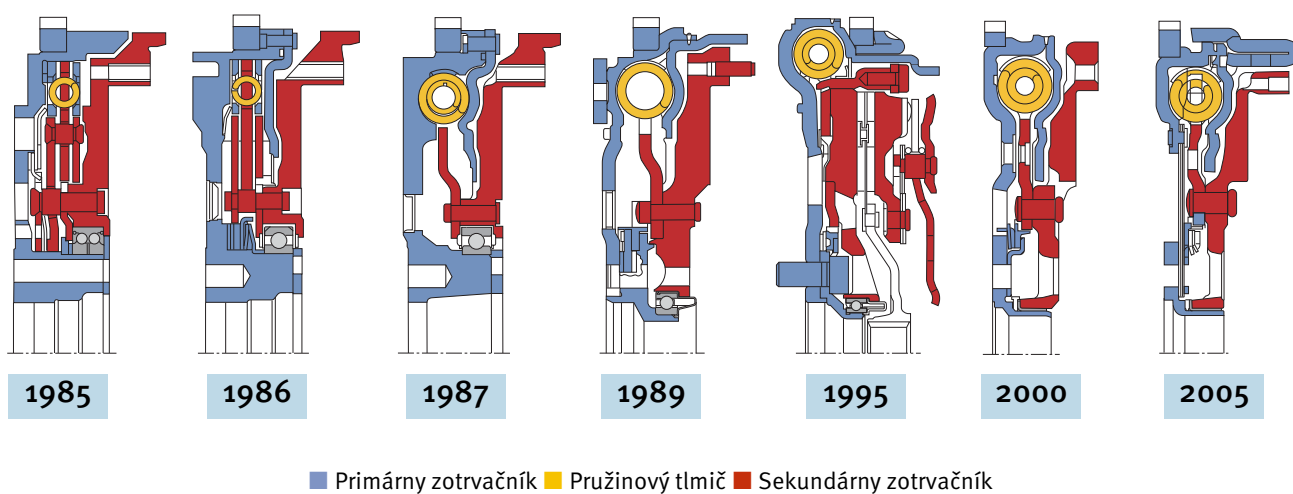


1985

2005

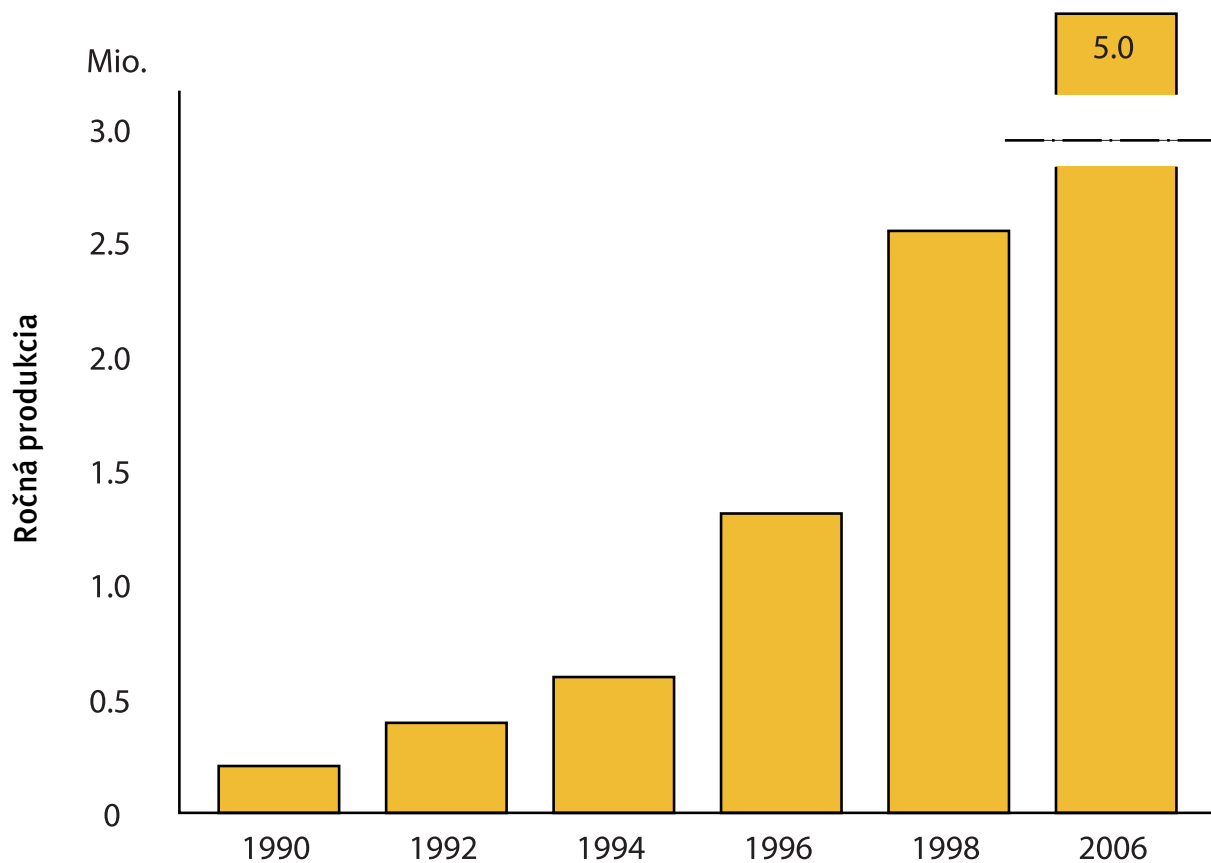
■ Primárny zotrvačník ■ Pružinový tlmič ■ Sekundárny zotrvačník

Vývoj konstrukce dvoumotového setrvačníku



Vývoj počtu dodaných kusů
v období 1990 až 2006

V současnosti vyrábí LuK více než
5.000.000 kusů dvojmotových
zotrvačnicků ročně



2. Dvojhmotový zotrvačník – ZMS

2.1 Prečo dvojhmotový zotrvačník?

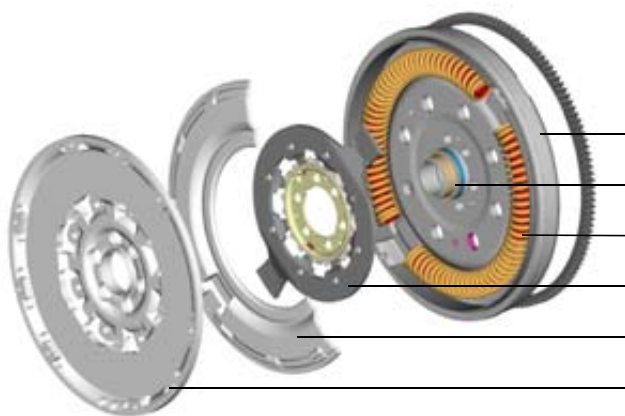
Spalovací motor pracuje v periodických cykloch, pri ktorých dochádza ku kolísaniu otáčok a vzniku torzných kmitov. Torzné kmitanie sa prenáša do hnacieho systému a je príčinou vzniku hlukov, ako rachot prevodovky, dunenie, rezonancia karosérie, ale spôsobuje taktiež kolísanie výkonu. Dôsledkom týchto javov je zvýšené namáhanie a zníženie komfortu. Cieľovým zadaním pri vývoji dvojhmotového zotrvačníka teda bolo v maximálnej možnej miere oddeliť torzne kmitajúcu hmotu motora od zvyšných častí hnacieho systému. Dvojhmotový zotrvačník svojím integrovaným pružinovým tlmičom toto kmitanie takmer celkom absorbuje. Výsledkom je teda dobre izolované kmitanie.



2.2 Konštrukcia

Štandardný dvojhmotový zotrvačník sa skladá z primárneho zotrvačníka (1) a sekundárneho zotrvačníka (6).

Obe zotrvačné hmoty sú spojené radiálnym guľkovým alebo klzným ložiskom a môžu sa teda vzájomne otáčať. Točivý moment prenáša pružinový tlmič vložený medzi primárnym a sekundárnym zotrvačníkom.



Štandardný dvojhmotový zotrvačník

1. primárny zotrvačník
2. klzné ložisko
3. oblúčkové pružiny
4. príruha
5. veko primárneho zotrvačníka (rez)
6. sekundárny zotrvačník

Primárny zotrvačník s ozubeným vencom štartéra je pevne priskrutkovaný na kľukový hriadeľ. Spoločne s vekom primárneho zotrvačníka (5) tvorí dutinu – pružinový kanál.

Základom pružinového tlmiaceho systému sú oblúčkové pružiny (3), uložené vo vodiacich puzdrách vnútri pružinového kanálu. Táto konštrukcia plní požiadavky na „ideálny“ tlmič torzných kmitov s minimálnymi nákladmi.

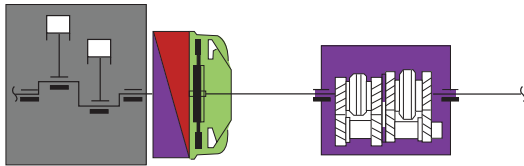
Vodiace puzdrá zabezpečujú optimálne vedenie a mazanie, a tak znižujú trenie oblúčkových pružín vnútri pružinového kanálu.

Točivý moment motora je prenášaný cez oblúčkové pružiny na prírubu (4), ktorá svojimi jazýčkami zapadá medzi oblúčkové pružiny. Príruha je vyrobená ako tanierová pružina. Uložená je ako trecí prvok medzi podperným a trecím kotúčom, ktoré sú nanitované na sekundárny zotrvačník. Sila tanierovej pružiny (príruba) je pritom nastavená tak, že trecí moment leží zreteľne nad hodnotou maximálneho točivého momentu motora. Sekundárny zotrvačník zvyšuje svojou hmotou moment zotrvačnosti na strane prevodovky. Pre lepšiu odvod tepla je zotrvačník opatrený vetracími otvormi. Pretože torzný tlmič je integrovaný do dvojhmotového zotrvačníka, používa sa často spojivá lamela v pôvodnom vyhotovení bez torzného tlmiča.

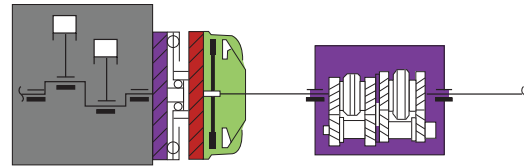
2.3 Funkcie

Základný princíp dvojhmotového zotrvačníka je jednoduchý a efektívny. Sekundárny zotrvačník, súvisiaci so vstupným hriadeľom prevodovky, zvyšuje jej hmotnosť a posúva tak rezonančné pásmo, ležiace pri zvyčajných torzných tlmičoch v rozmedzí 1.200 až 2.400 ot./min, do oblasti nižších otáčok. Tým je dosiahnuté už od voľnobežných otáčok vynikajúce oddelenie nerovnomernosti otáčok motora od ďalších častí hnacieho systému. Naopak znížením zotrvačnej hmoty primárneho zotrvačníka (motora) je potrebné synchronizovať iba menšie hmoty, čo znižuje opotrebenie synchronizačných prvkov a uľahčuje radenie.

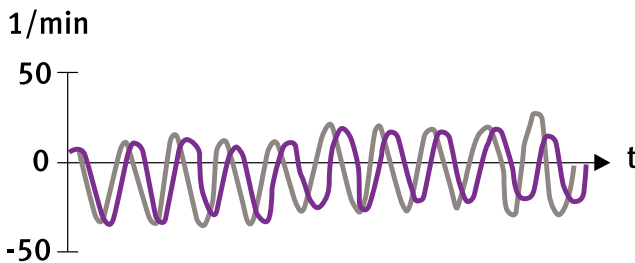
s konvenčným zotrvačníkom



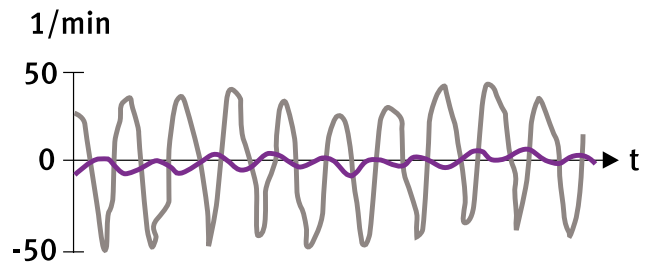
s dvojhmotovým zotrvačníkom



■ motor ■ spojka ■ prevodovka □ torzný tlmič ■ primárny zotrvačník ■ sekundárny zotrvačník



■ motor ■ prevodovka



■ motor ■ prevodovka

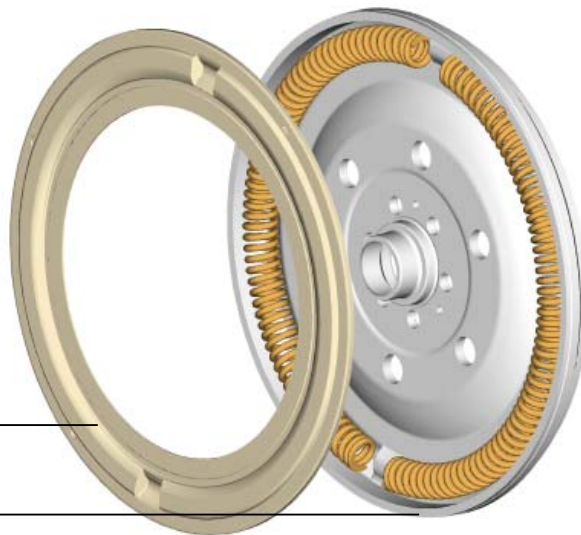
S konvenčným zotrvačníkom: Pri doteraz bežných vyhotoveniach s konvenčným zotrvačníkom a torzne tlmenou spojkovou lamelou sa v pásme voľnobežných otáčok prenáša torzné kmitanie bez odtlmenia ďalej do prevodovky a spôsobuje klepanie ozubených kolies v rámci zubovej vôle (rinčanie prevodovky).

S dvojhmotovým zotrvačníkom: Pri použití dvojhmotového zotrvačníka je torzné kmitanie motora odfiltrované pružinovým tlmičom, komponenty prevodovky tak nie sú ovplyvňované kmitaním – prevodovka nerinčí a očakávania vodiča po stránke komfortu sú v plnom rozsahu splnené!

3. Komponenty dvojmotového zotrvačníka

3.1 Primárny zotrvačník

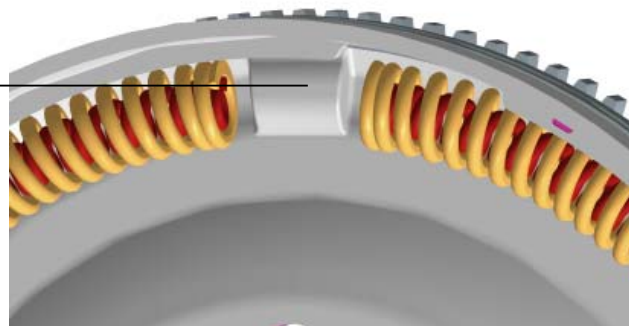
Primárny zotrvačník je pevne priskrutkovaný na kľukový hriadeľ motora. Jeho zotrvačnosť tvorí spolu so zotrvačnosťou kľukového hriadeľa jednu veličinu. V porovnaní s konvenčným zotrvačníkom je primárny zotrvačník výrazne elastickejší, čo vedie k odľahčeniu kľukového hriadeľa. Okrem toho tvorí spoločne s vekom primárneho zotrvačníka dutinu – pružinový kanál pre uloženie oblúkových pružín. Pružinový kanál je zvyčajne dvojdielny a je ohraničený dorazmi oblúkových pružín.



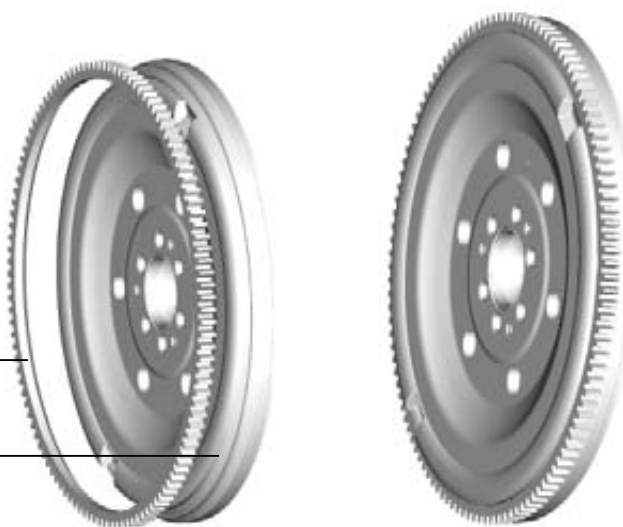
Veko primárneho zotrvačníka

Primárny zotrvačník

Doraz oblúkových pružín



Z dôvodu štartovania motora je primárny zotrvačník osadený ozubeným vencom. Podľa vyhotovenia dvojmotového zotrvačníka je ozubený veniec nalisovaný za tepla alebo je privarený.



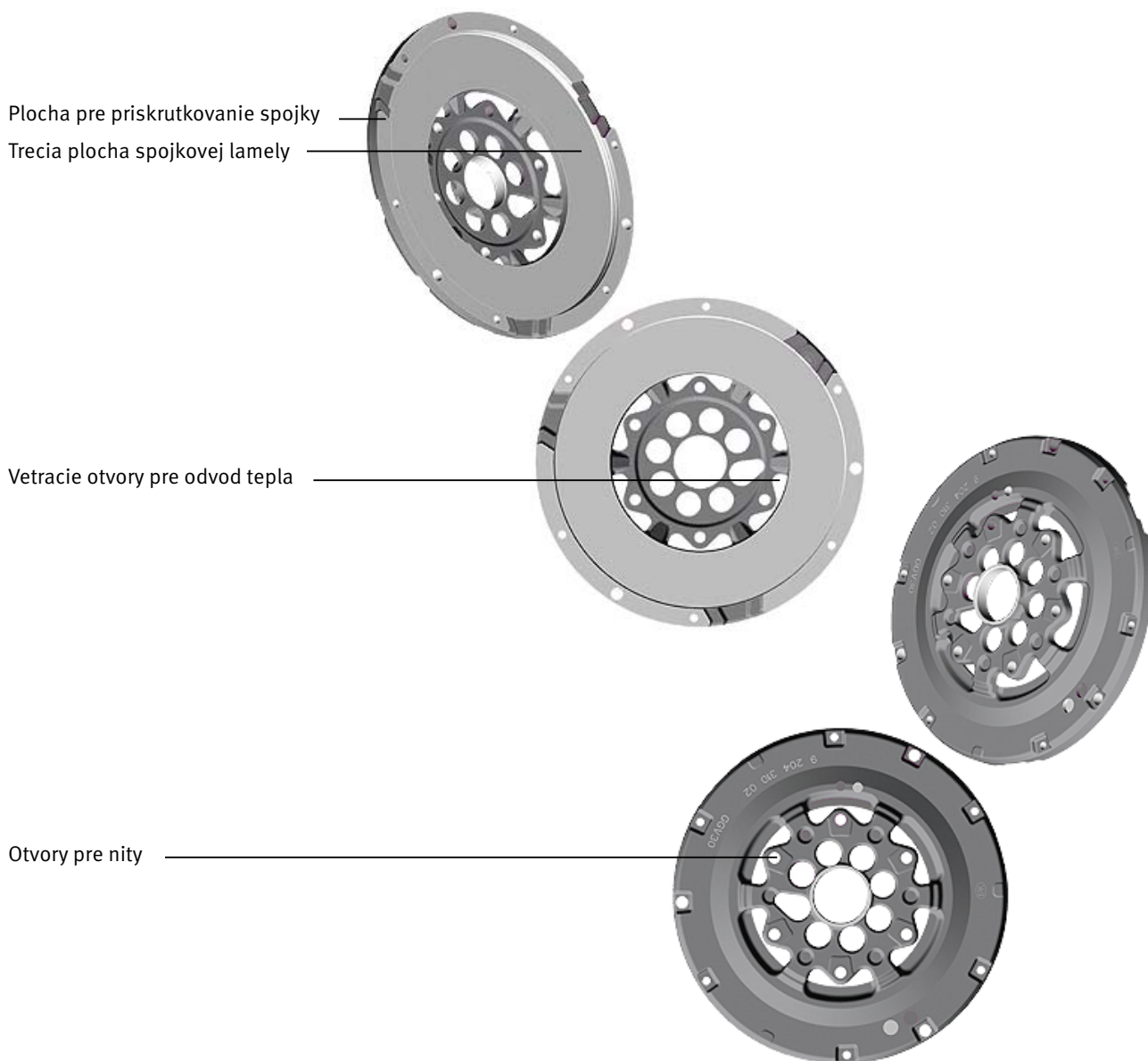
Ozubený veniec

Primárny zotrvačník

3.2 Sekundárny zotrvačník

Sekundárny zotrvačník je časť dvojhmotového zotrvačníka spojená s prevodovkou a hnacím systémom. Cez spojku prenáša modulovaný točivý moment z dvojhmotového zotrvačníka do prevodovky. Na jeho vonkajšom obvode je priskrutkované veko spojky.

Vnútri spojky, pri jej zopnutí, pritlačuje pružinový mechanizmus spojkovú lamelu na trečiu plochu sekundárneho zotrvačníka. Trením je prenášaný točivý moment. Zotrvačná hmotnosť sekundárnej strany je tvorená súčtom hmotností sekundárneho zotrvačníka a príruby. Na prírubu prenášajú točivý moment oblúkové pružiny cez jazýčky príruby.



3. Komponenty dvojhmotového zotrvačníka

3.3 Ložisko

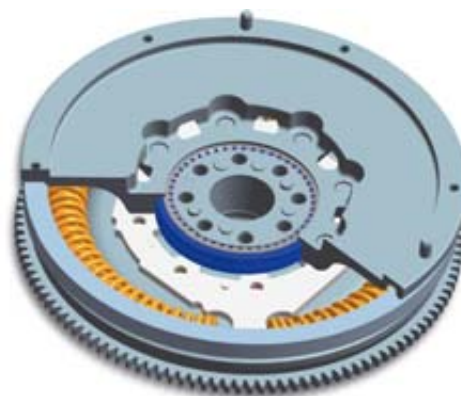
Uloženie ložiska

Ložisko je uložené v primárnom zotrvačníku a spojuje obe zotrvačné hmoty – primárny a sekundárny zotrvačník, ktoré sa tak môžu vzájomne voľne otáčať. Zachycuje taktiež ťiažové sily sekundárneho zotrvačníka a prítlačného kotúča spojky. Súčasne pohlcuje axiálne sily pôsobiace na dvojhmotový zotrvačník pri vypínaní spojky. Ložisko umožňuje nielen prosté otáčanie oboch zotrvačníkov, ale taktiež miernu kývavú vôľu oboch dielov navzájom (ľahké hádzanie).



Pre dvojhmotové zotrvačníky sa požívajú dve vyhotovenia ložiska

Guľkové ložisko sa používa už od začiatku a poskytuje pri stále sa zlepšujúcej konštrukcii výborné prevádzkové vlastnosti.

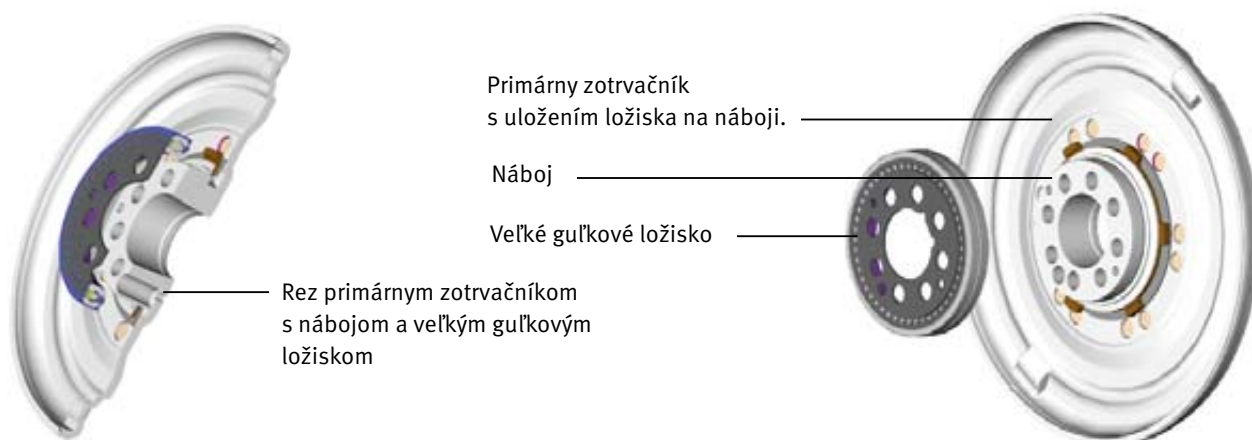


Ďalší vývoj viedol cez malé guľkové ložisko k ložisku klznému. Toto uloženie je dnes pri dvojhmotových zotrvačníkoch štandardom.



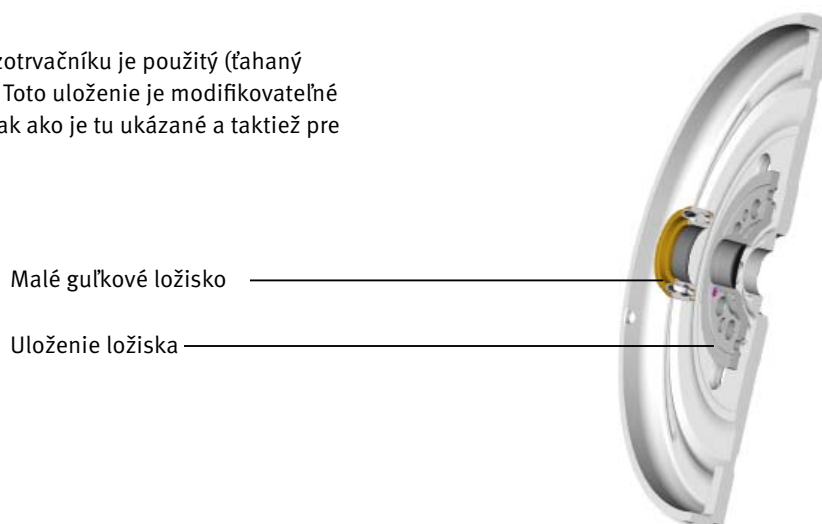
Veľké guľkové ložisko

Do primárneho zotrvačníka je vložený točený náboj, ktorý slúži ako uloženie veľkého guľkového ložiska.



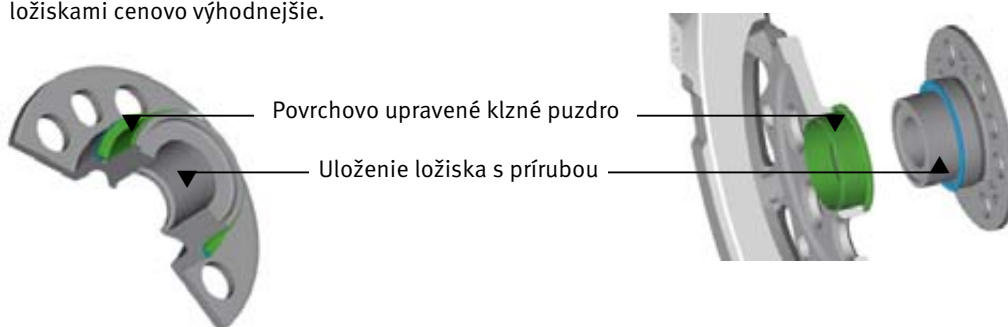
Malé guľkové ložisko

Na plechovom primárnom zotrvačníku je použitý (ťahavý a točený) náboj s prírubou. Toto uloženie je modifikovateľné pre malé guľkové ložisko, tak ako je tu ukázané a taktiež pre ložisko klzné.



Klzné ložisko

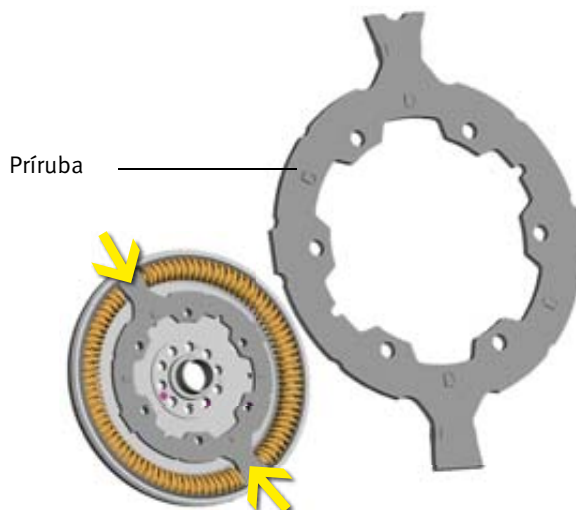
Ako ďalší vývoj guľkových ložísk boli pri dvojhmotových zotrvačníkoch zavedené ložiská klzné. Vďaka svojej jednoduchšej konštrukcii sú v porovnaní s guľkovými ložiskami cenovo výhodnejšie.



3. Komponenty dvojhmotového zotrvačníka

3.4 Príruba

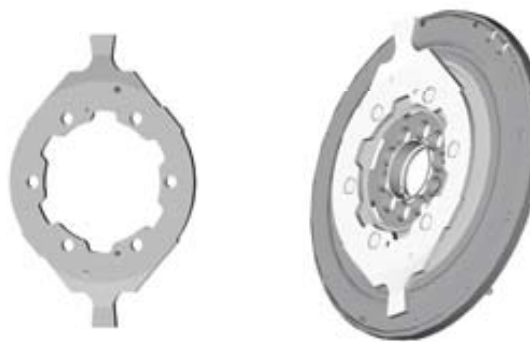
Príruba slúži na prenos točivého momentu z primárneho zotrvačníka cez oblúkové pružiny na sekundárny zotrvačník, teda z motora na spojku. Príruba je pevne spojená so sekundárnym zotrvačníkom a zapadá svojimi jazýčkami do pružinových kanálov primárneho zotrvačníka medzi oblúkové pružiny (pozri šípky). Medzi dorazmi oblúkových pružín v pružinových kanáloch je dostatok miesta a príruha sa teda môže voľne pootáčať.



Vyhotovenie prírub

Pevná príruha

Pri tomto type konštrukcie je pevná príruha znitovaná so sekundárnym zotrvačníkom. Pre zlepšenie tlmenia vibrácií sú jazýčky príruhy konštruované nesymetricky. Najjednoduchším typom je symetrická príruha, pri ktorej sú tlačná i vlečná strana jazýčkov konštruované zhodne. Sily sú teda na oblúkové pružiny prenášané na vonkajšom i vnútornej strane koncového závitu.



Príruba s vnútorným tmičom

Hlavnou funkciou dvojhmotového zotrvačníka je maximálne možné oddelenie vibrácií motora od prevodovky. Aby dvojhmotový zotrvačník pri zachovaní konštrukčných rozmerov dokázal pokryť neustále rastúce točivé momenty motorov, majú oblúkové pružiny nutne stále strmšie charakteristiky. To vedie ku zhoršeniu izolácie vibrácií. Pomocou integrovaného tmiča bez trenia možno zlepšiť izoláciu vibrácií v ťahu. Príruba a bočné plechy majú vnútri pružinové otvory, do ktorých sú vložené tlačné pružiny. Pri takto konštruovaných dvojhmotových zotrvačníkoch s vnútorným tmičom zostáva až do vysokých otáčok zachovaná dobrá izolácia vibrácií.

Príruba s pružinovými otvormi (zobrazené modrou farbou)



Dvojhmotový zotrvačník so štvornásobným delením a vnútorným tmičom

Pri vysokých otáčkach sú oblúkové pružiny vplyvom odstredivých síl silne tlačené von proti klzným puzdrám a vinutie pružín je tak blokované. Následkom toho oblúkové pružiny tuhnú a čiastočne tak strácajú pružiacu schopnosť. Pre zaistenie dobrého tlmenia i pri vysokých otáčkach sú do príruby vložené tlačné pružiny. Vďaka malej hmotnosti a usporiadaniu na malom priemere sú pružiny vystavené výrazne menším odstredivým silám. Trenie v pružinových otvoroch je ešte znížené konvexne prehnutými hornými okrajmi otvorov. Pri rastúcich otáčkach tak nenarastá trenie ani sila pružín.

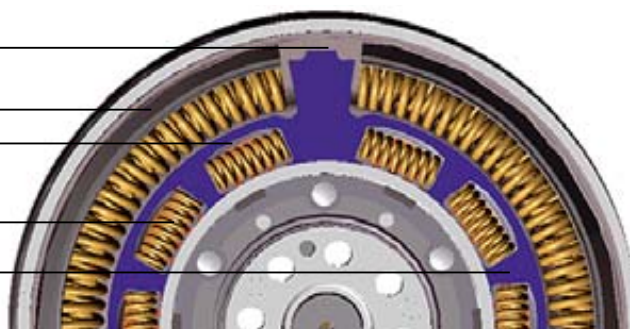
Doraz oblúkovej pružiny na primárnom zotrvačníku

Klzné puzdro

Pružinový otvor

Tlačná pružina

Príruba



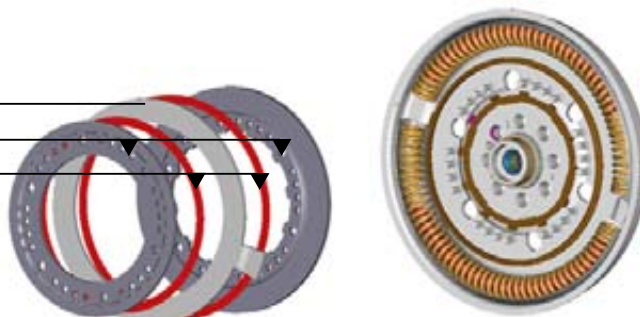
Príruba s klznou spojkou

Tretí typ príruby nie je, na rozdiel od pevnej príruby, napevno prinitovaný na sekundárny zotrvačník. Príruba je tu vyrobená ako tanierová pružina a je uložená medzi okrajmi dvoch plechových kotúčov. V priečnom reze tak ide o vidlicové upevnenie. Točivý moment motora je spoľahlivo prenášaný trením medzi tanierovou pružinou (prírubou) a týmito nosnými plechovými kotúčmi.

Príruba

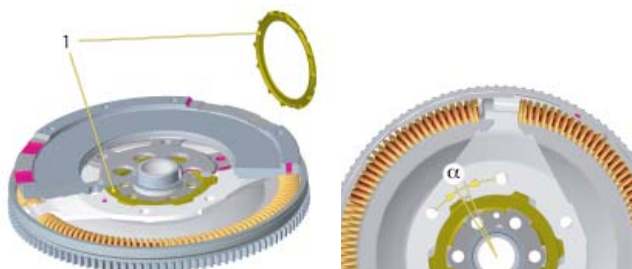
Nosný plechový kotúč

Tanierová pružina



3.5 Trecí kotúč

V konštrukcii niektorých dvojhmotových zotrvačníkov sa používa dodatočný trecí prvok, trecí kotúč (1). Tento trecí kotúč má určitý voľný uhol (α), čo znamená, že dodatočná trecia sila začne pôsobiť až pri veľkom uhle vzájomného pootočenia ako dodatočné tlmenie, napríklad pri štarte motora alebo pri prudkej zmene zaťaženia.



3. Komponenty dvojhmotového zotrvačníka

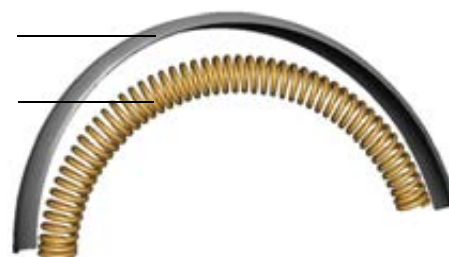
3.6 Oblúkové pružiny

Špeciálne vyhotovenie torzných tlmičov dvojhmotových zotrvačníkov umožňuje výrazne zlepšiť hlukové parametre vozidla. Priamym dôsledkom je okrem zníženia tvorby hluku i zníženie spotreby paliva.



Z dôvodu optimálneho využitia konštrukčných rozmerov, ktoré sú k dispozícii, je použitá vinutá pružina s veľmi vysokým počtom závitov, ktorá je ohnutá do polkruhu. Tieto takzvané oblúkové pružiny sú uložené v klzných puzdrách vnútri pružinových kanálov dvojhmotového zotrvačníka. V prevádzke kľžu jednotlivé závit pružín po týchto klzných puzdrách a vzniknuté trenie pôsobí ako tlmič týchto pohybov. Aby sa predišlo opotrebeniu, sú kontaktné plochy oblúkových pružín ošetrené mazacím tukom. Trenie je výrazne redukované optimálnym tvarom pružinového uloženia. Okrem lepšej izolácie vibrácií je tu i výhoda nižšieho opotrebenia.

Klzné puzdro
Oblúkové pružiny



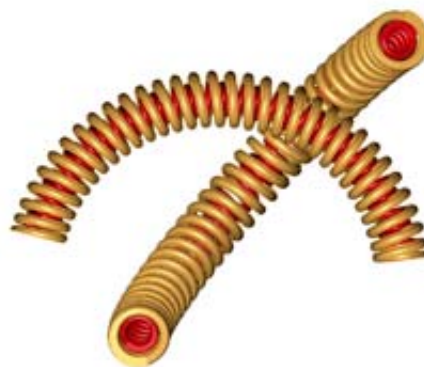
Výhody oblúkových pružín:

- vysoké trenie pri veľkých uhloch pootočenia (štart) a nízke trenie pri malých uhloch pootočenia (akcelerácia)
- nízka miera pruženia vďaka dobrému a flexibilnému využitiu konštrukčného priestoru
- možnosť integrovať tlmenie dorazov (tlmiace pružiny)

Veľký počet rôznych oblúkových pružín umožňuje vytvoriť pre každý typ vozidla a každé zaťaženie presne nastavený dvojhmotový systém. Oblúkové pružiny sú vyrábané v mnohých rôznych vyhotoveniach a s rôznymi charakteristikami:

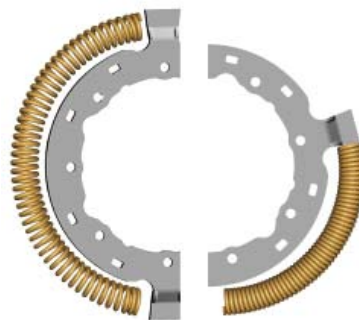
- štandardné pružiny
- dvojstupňové pružiny - paralelné pružiny v rôznych vyhotoveniach alebo sériovo v rade usporiadanej pružiny
- tlmiace pružiny

Jednotlivé typy pružín sa v praxi používajú v rôznych vzájomných kombináciách.



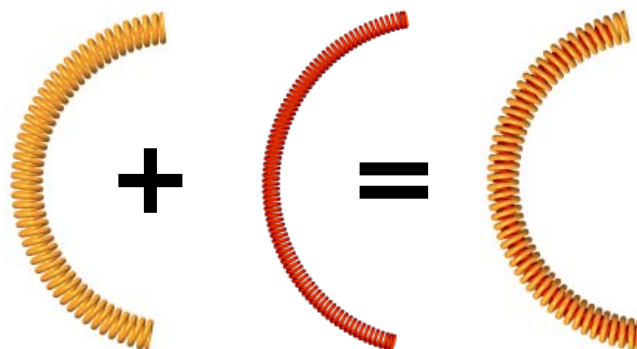
Štandardné pružiny – jednotlivé pružiny

Najjednoduchším typom oblúkových pružín sú štandardné jednotlivé pružiny



Jednostupňové paralelné pružiny

Súčasnými štandardnými pružinami sú takzvané jednostupňové paralelné pružiny. Sú tvorené približne rovnako dlhou vonkajšou a vnútornou pružinou. Obe pružiny sú radené paralelne. Jednotlivé charakteristiky oboch pružín sa sčítavajú do spoločnej charakteristiky.



Dvojstupňové paralelné pružiny

Taktiež pri dvojstupňových paralelných pružinách sú dve oblúkové pružiny uložené v sebe. Vnútri uložená pružina je ale kratšia a k jej stlačeniu tak dochádza neskôr. Charakteristika vonkajšej pružiny je nastavená na narastajúce zaťaženie pri štarte motora. V tomto stave je teda zaťažená iba mäkkšia vonkajšia pružina, oblasť problematických rezonančných frekvencií je tak rýchlejšie prekonaná. Pri vyšších momentoch, až po maximálny moment motora, je zaťažená i vnútorná pružina. Vonkajšia i vnútorná pružina potom pracujú pri druhom stupni spoločne. Táto spolupráca oboch pružín zaisťuje dobrú izoláciu vibrácií pri všetkých režimoch otáčok.



Trojstupňové oblúkové pružiny

Tieto oblúkové pružiny sú zložené z jednej vonkajšej a dvoch vnútorných, sériovo usporiadaných pružín s rozdielnymi charakteristikami. Sú tu prakticky využité oba koncepty, teda paralelného a sériového usporiadania pružín, s cieľom zaisťiť pri každom momente motora optimálne torzné tlmenie.



3.7 Špeciálne vyhotovenie dvojhmotových zotrvačníkov

Kompaktný dvojhmotový zotrvačník (DFC)

DFC = Damped Flywheel Clutch

Toto špeciálne vyhotovenie dvojhmotového zotrvačníka je tvorené vopred zmontovaným, navzájom zladeným celkom, ktorý je tvorený vlastným dvojhmotovým zotrvačníkom, spojkovou lamelou a prítlačným kotúčom



Spojka zložená z prítlačného kotúča a spojkovej lamely



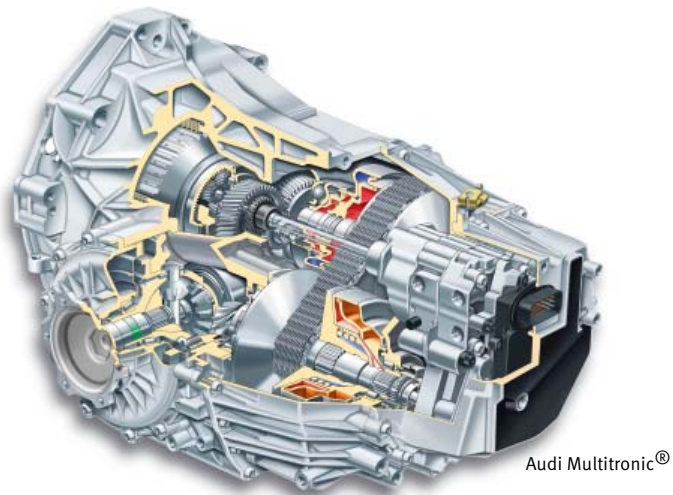
Sekundárny zotrvačník s prírubou



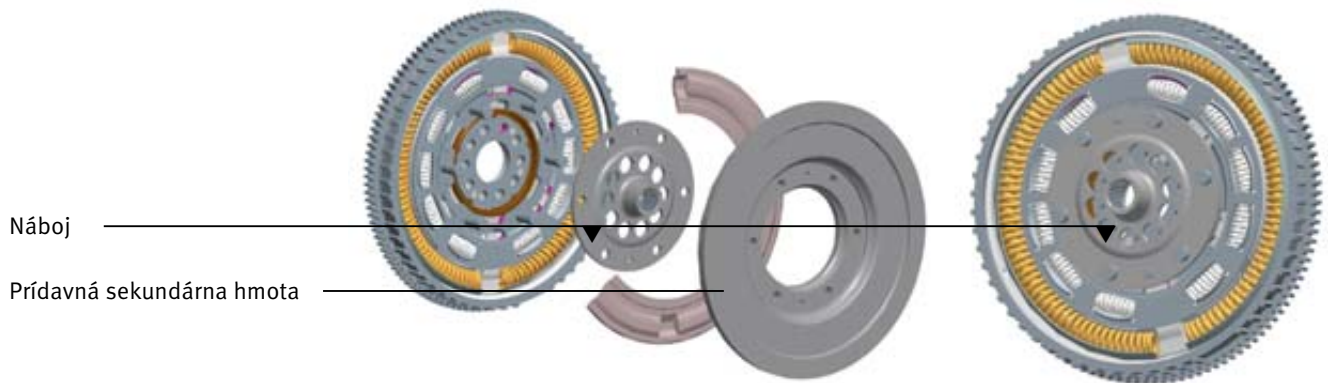
Primárny zotrvačník



Dvojhmotové zotrvačníky pre CVT / dvojité spojky
CVT = Continuously Variable Transmission



Tento dvojhmotový zotrvačník sa používa pri prevodovkách s bezstupňovým radením alebo pri priamo radených prevodovkách. K prenosu síl nedochádza prostredníctvom trenia medzi sekundárnym zotrvačníkom a spojkovou lamelou, ale priamym pohonom tvarovaného náboja a vstupného hriadeľa prevodovky. Takto môžu byť pripojené rôzne varianty prevodoviek.



4. Diagnóza poškodenia dvojmotových zotrvačníc

4.1 Všeobecné pokyny

V rámci výmeny spojky je bezpodmienečne nutné prekontrolovať dvojmotový zotrvačníc. Opotrebený, poškodený dvojmotový zotrvačníc môže viesť ku zničeniu novej spojky!

Dôležitý pokyn!

V oblasti prvovýbavy u výrobcov vozidiel sa v stále väčšej miere používajú dvojmotové zotrvačníc – tendencia je trvale stúpajúca. Dôvodom toho sú technické výhody dvojmotového zotrvačníc a nutnosť ďalšieho zvyšovania komfortu v oblasti hluku a znižovania emisií moderných motorov. Dvojmotový zotrvačníc je prispôsobený k vozidlu a motoru. Alternatívne k dvojmotovým zotrvačníc sú na trhu ponúkané riešenia obsahujúce súpravy s niekoľkými dielmi. Tieto súpravy pozostávajú prevažne z nasledujúcich dielov:

- konvenčný, tuhý zotrvačníc,
- prítlačný kotúč,
- spojková lamela a
- vypínacie ložisko

Pozor!

Tieto alternatívne riešenia oprav nezodpovedajú špecifikáciám výrobcov vozidiel! Spojková lamela nedokáže v týchto aplikáciách celkom zachytiť motorom vytvárané torzné kmity v dôsledku menšieho uhla pootočenia oproti dvojmotovému zotrvačníc. Dôsledkom môže byť zvýšená hladina hluku a dokonca až poškodenie hnacieho traktu vyvolané vysokými vibráciami.

Spýtajte sa svojich zákazníkov:

Pri reklamáciách zákazníka uľahčie hľadanie porúch cielené otázky.

- Čo nefunguje, čo je reklamované?
- Od kedy tento problém existuje?
- Kedy sa problém vyskytuje?
→ sporadicky, často, stále?
- V akom stave vozidla sa problém vyskytuje?
→ napr. pri rozjazde, akcelerácii, radení smerom hore alebo dolu, pri studenom alebo pri vozidle zahriatom na prevádzkovú teplotu?
- Má vozidlo problémy so štartovaním?
- Aký je celkový počet kilometrov ubehnutých vozidlom za rok?
- Mimoriadne zaťaženie vozidla?
→ napr. jazda s prívesom, preťažovanie, taxi, flotilové vozidlo, autoškola, Chiptuning?
- Profil jazdy?
› v meste, krátke trasy, vidiek, diaľnica?
- Boli už vykonávané opravy spojky alebo prevodovky?
› pokiaľ áno, tak pri akom počte km, vtedajší dôvod reklamácie?

Všeobecné prekontrolovanie na vozidle:

- Záznamy v pamäti porúch riadiacich jednotiek (motor, prevodovka)
- Kapacita akumulátora
- Stav a funkcie spúšťača
- Bolo vozidlo ladené (heslo „Chiptuning“)?

Dôležité!

- Dvojmotový zotrvačníc nesmie byť namontovaný po silnom náraze!
→ Poškodenie guľkových a klzných ložísk, deformácia prstenca snímača, zvýšenie nevyváženosti
- Opracovanie (sústruženie) trecej plochy dvojmotového zotrvačníc je neprípustné!
→ Zoslabnutím trecích plôch už nemôžu byť zaručené požadované parametre maximálnych otáčok.
- Pri dvojmotových zotrvačníc s klznými ložiskami sa nesmie na sekundárny kotúč vyvíjať väčšia sila v axiálnom smere!
→ Membrána vo vnútornej časti dvojmotového zotrvačníc by mohla byť poškodená.

Pri montáži dvojhmotových zotrvačnikov je nutné dbať na nasledujúce body:

- Je nutné dodržiavať predpisy výrobcov vozidiel!
- Tesniace krúžky hriadeľov (na strane motora a prevodovky) prekontrolovať z hľadiska netesností a prípadne vymeniť.
- Prekontrolovať, či nie je poškodený alebo uvoľnený ozubený veniec.
- Vždy používajte nové upevňovacie skrutky.
- Prekontrolovať správnu vzdialenosť medzi snímačom otáčok a signálnym kolíkom, prípadne celým impulzným vencom dvojhmotového zotrvačníka
 - Podľa výrobcu vozidla.
- Prekontrolovať usadenie strediacich kolíkov pre spojku
 - Strediace kolíky nesmú byť do dvojhmotového zotrvačníka zatlačené ani z neho presahovať.
 - Príliš zatlačené strediace kolíky drhnú o primárny zotrvačník (hluk).
- Trecie plochy dvojhmotového zotrvačníka sa očistia handrou navlhčenou odmasťovacím prostriedkom.
 - Žiaden odmasťovací prostriedok sa nesmie dostať do telesa dvojhmotového zotrvačníka!
- Prekontrolovať správnu dĺžku skrutiek pre spojku
 - Použitie príliš dlhých skrutiek pri primárnom zotrvačníku spôsobuje hluk a môže poškodiť dvojhmotový zotrvačník.
 - Príliš dlhé skrutky poškodzujú guľkové ložiská alebo ich vyťahujú z uloženia.

Nepripustné:

- Umývanie v umývačkách dielov
- Umývanie pomocou vysokotlakových čističov, parných čističov, tlakového vzduchu a čistiacich sprejov

Z hľadiska konštrukcie sú nasledujúce technické skutočnosti prípustné a nemajú žiaden vplyv na funkčnosť dielu:

- Lhké stopy maziva na zadnej strane dvojhmotového zotrvačníka (strana motora) od tesniacich viečok k okraju
- V uvoľnenom stave možno sekundárnym zotrvačníkom pootočiť o niekoľko centimetrov a nevracia sa samovoľne do pôvodnej polohy.
 - Pri dvojhmotových zotrvačníkoch s trecím kotúčom je cítiť a počuť tvrdý doraz.
- V závislosti od vyhotovenia je možná axiálna vôľa medzi primárnym a sekundárnym zotrvačníkom až 2 mm veľká
 - Pri niektorých typoch s klznými ložiskami je axiálna vôľa až 6 mm.
- Každý dvojhmotový zotrvačník má klopnú vôľu sekundárneho zotrvačníka
 - S guľkovými ložiskami až 1,6 mm, s klznými ložiskami až 3,0 mm.
 - Primárny a sekundárny zotrvačník na seba nesmú narážať!

4.2 Hluky

Pri hodnotení dvojhmotového zotrvačníka vo vozidle je všeobecne nutné zistiť, či hluky nie sú spôsobené okolitými konštrukčnými dielmi, ako sú napr. výfukový trakt, plechy tepelnej izolácie, silentbloky zavesenia motora, prídavné agregáty atď. Prídavne je nutné zaistiť, aby hluky neboli prenášané z pohonu agregátov ako napr. jednotky napínadla remeňa alebo z kompresora klimatizácie. Pre vyhľadávanie zdroja hluku možno použiť napríklad stetoskop.

V ideálnom prípade je možné v prípade reklamácií pri vozidle vykonať porovnanie s rovnakým alebo podobne vybaveným vozidlom.

Klapanie pri zapínaní spojky, radení a zmene záťaže môže pochádzať z hnacieho traktu. Môže vznikáť v dôsledku vôle hrán zubov v prevodovke, vôľou pri kĺbových hriadeľoch, kardanového hriadeľa alebo v diferenciáli. Nejde o poškodenie dvojhmotového zotrvačníka.

Sekundárny zotrvačník je v demontovanom stave otočený voči primárnemu zotrvačníku. Tiež tu možno za určitých okolností zistiť hluk. Tento hluk pochádza alebo z príruby, ktorá naráža na oblúkové pružiny, alebo z nárazov sekundárneho zotrvačníka na trecí kotúč. Tiež v tomto prípade nie je poškodený dvojhmotový zotrvačník.

Hundravé hluky môžu mať rad príčin; napr. rezonancia v hnacom trakte alebo neprípustne vysoké nevyváženie dvojhmotového zotrvačníka. Vysoké nevyváženie môže vzniknúť napr. v dôsledku chýbajúceho vyvažovacieho závažia na zadnej strane dvojhmotového zotrvačníka alebo vďaka poškodenému klznému ložisku. Či je tento hluk vyvolaný vysokým nevyvážením, možno zistiť relatívne veľmi jednoducho. Nechajte motor zastaveného vozidla bežať v nízkych a konštantných otáčkach. Pokiaľ vibrácie narastajú s rastúcimi otáčkami, potom je porúchaný dvojhmotový zotrvačník. Tiež tu je veľmi výhodné vykonať porovnanie s vozidlom s rovnakým alebo podobným motorom.

4. Diagnóza poškodenia dvojmotových zotrvačníkov

4.3 Chiptuning

Zvýšenie výkonu tzv. Chiptuning je rýchlo a jednoducho vykonateľné a v súčasnosti i pomerne dostupné. Za sto EUR možno ľahko zvýšiť výkon motora o viac ako 30%! Väčšinou sa pritom neberie do úvahy, že motor nie je prispôsobený dlhodobej prevádzke pri vysokých výkonoch ide napr. o termické preťaženie – a tiež ostatné komponenty hnacieho systému nie sú konštruované na dlhodobé zaťaženie takto vysokým momentom a výkonom.

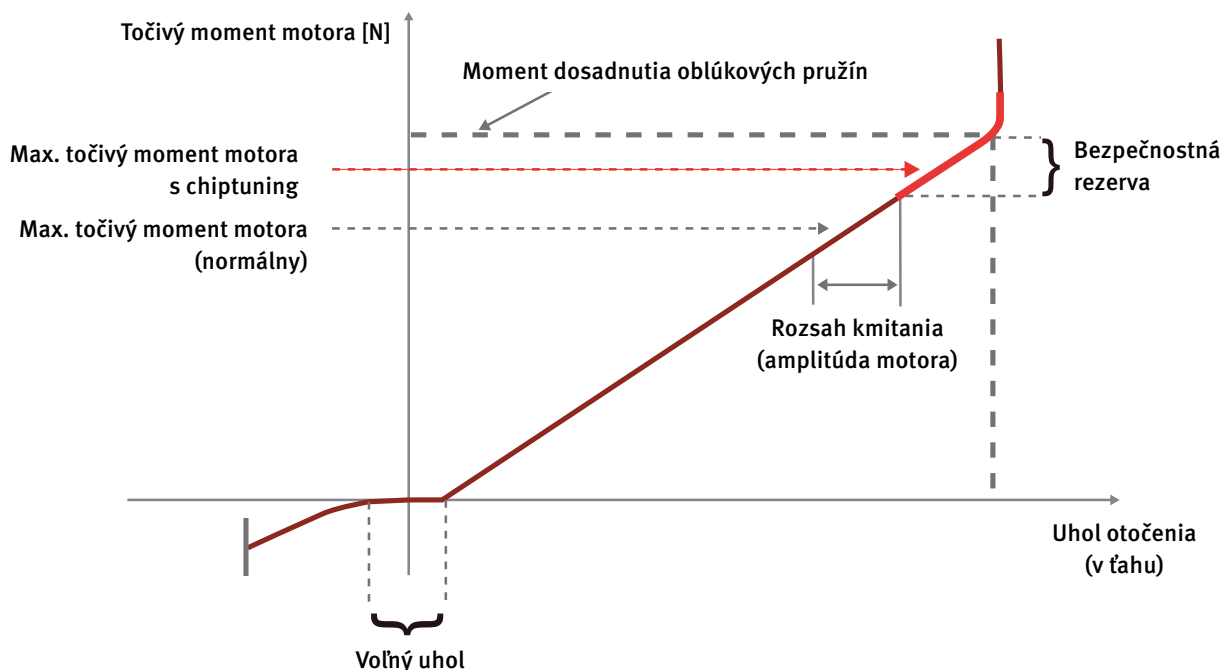
Pružinový tlmič dvojmotového zotrvačníka, rovnako ako ďalšie komponenty hnacieho systému sú zvyčajne dimenzované pre určitý motor a vozidlo. Navýšením točivého momentu o viac ako 30 % sa vo väčšine prípadov vyčerpá alebo i prekročí bezpečnostná rezerva dvojmotového zotrvačníka. Následkom toho môžu byť oblúkové pružiny i pri normálnej prevádzke kompletne stlačené, čo môže viesť ku zhoršeniu tlmiacich vlastností (hluk) alebo k mykaniu vozidla. Pretože k tomu dochádza s polovičnou frekvenciou zážihov/vznetov, nastávajú veľmi rýchlo veľké zmeny záťaže, ktoré poškodzujú nielen dvojmotový zotrvačník ale tiež prevodovku, hnacie

hriadele a diferenciál. Miera poškodenia siahá od zvýšeného opotrebenia až po výpadok funkcie a s tým spojené vyššie náklady na opravu.

S vyšším výkonom motora a s tým spojeným zvýšením točivého momentu sa posúva pracovný bod dvojmotového zotrvačníka smerom do bezpečnostnej rezervy. Pri bežnej prevádzke je teda dvojmotový zotrvačník permanentne preťažovaný. Oblúkové pružiny dvojmotového zotrvačníka tak oveľa častejšie než pri sériovom vyhotovení motora celkom dosadajú. Následok: poškodenie dvojmotového zotrvačníka!

Mnohé ladičské firmy síce dávajú záruku na nárast výkonu, ale ako motor skončí po dlhšej dobe prevádzky, zaručiť nemôžu. Zvýšenie výkonu síce poškodzuje komponenty hnacieho systému pomaly, ale zato vytrvale. Podľa okolností zvyčajne dôjde k poruche dielov po uplynutí záruky, čo znamená, že všetky náklady na opravu zostávajú na majiteľovi vozidla.

Charakteristika oblúkových pružín v ťahu (príklad)



Dôležité:

Použitie „Chipu“ a s tým spojený nárast výkonu musí byť naliehavo podrobené úradnému schváleniu a táto zmena musí byť zaznamenaná do dokumentácie vozidla. V opačnom prípade prestáva byť platné osvedčenie o technickej spôsobilosti vozidla!

4.4 Vizuálna kontrola / Vyobrazenie poškodenia

Spojková lamela

Opis

Spálená spojková lamela

Príčina

Termické preťaženie spojkovej lamely

→ napr. v prípade prekročenia hranice opotrebenia

Následky

Termické preťaženie dvojhmotového zotrvačníka

Opatrenia na nápravu

Vizuálna kontrola termického sfarbenia dvojhmotového zotrvačníka

→ posúdenie pozri:

- malé termické preťaženie strana 24
- stredné termické preťaženie strana 24
- veľké termické preťaženie strana 24
- veľmi veľké termické preťaženie strana 25



Priestor medzi primárnym a sekundárnym zotrvačníkom

Opis

Zvyšky spáleného, obrúseného spojkového obloženia na povrchu dvojhmotového zotrvačníka a vnútri vetracích otvorov

Príčina

Termické preťaženie spojkovej lamely

Následky

Zvyšky obloženia môžu vniknúť do pružinových kanálov dvojhmotového zotrvačníka a poškodiť ho

Opatrenia na nápravu

Výmena dvojhmotového zotrvačníka



4. Diagnóza poškodenia dvojhmotových zotrvačiek

Trecia plocha

Opis

Ryhy

Príčina

Opotrebená spojka

→ nity spojkového obloženia sa brúsili o treciu plochu

Následky

Obmedzenie prenosu točivého momentu

→ nie je zaručená presnosť požadovaného točivého momentu spojkou

→ poškodenie trecej plochy dvojhmotového zotrvačníka

Opatrenia na nápravu

Výmena dvojhmotového zotrvačníka



Trecia plocha

Opis

Tmavé bodové sfarbenie – termické škvvrny

→ tiež vo väčšom počte

Následky

Žiadne

Opatrenia na nápravu

Nie sú potrebné žiadne opatrenia



Trecia plocha

Opis

Trhliny

Príčina

Termické preťaženie

Následky

Dvojhmotový zotrvačník nie je spoľahlivý pre ďalšiu prevádzku

Opatrenia na nápravu

Výmena dvojhmotového zotrvačníka



Gul'kové ložisko

Opis

- únik maziva
- „vydreté ložisko“
- tesnenie chýba, je poškodené alebo „spečené“ od termického preťaženia

Príčina

Termické preťaženie alebo mechanické poškodenie / preťaženie

Následky

Nedostatočné mazanie ložiska
→ poškodenie dvojhmotového zotrvačníka

Opatrenia na nápravu

Výmena dvojhmotového zotrvačníka



Klzné ložisko

Opis

Poškodené alebo zničené

Príčina

Opotrebenie alebo mechanické poškodenie

Následky

Poškodený dvojhmotový zotrvačník

Opatrenia na nápravu

Výmena dvojhmotového zotrvačníka



Klzné ložisko

Opis

Opotrebenie

→ počas životnosti môže byť na priemere radiálnej vôľe od cca 0,04 mm (nový diel) až do maximálne 0,17 mm

Príčina

Opotrebenie

Následky

- $\leq 0,17$ mm: žiadne
- $> 0,17$ mm: väčšia klopná vôľa sekundárneho zotrvačníka

Opatrenia na nápravu

Výmena dvojhmotového zotrvačníka, ak je vôľa ložiska $> 0,17$ mm



4. Diagnóza poškodenia dvojmotových zotrvačníkov

Malé termické preťaženie

Opis

Trecia plocha je ľahko sfarbená (zlatožltá)
→ na vonkajšom priemere a v oblasti prinitovania sekundárneho zotrvačníka nie je žiadne sfarbenie

Príčina

Tepelné zaťaženie

Následky

Žiadne

Opatrenia na nápravu

Nie sú potrebné žiadne opatrenia



Stredné termické zaťaženie

Opis

Krátkodobým prehriatím (220 °C) modro sfarbená trecia plocha
→ bez sfarbenia v oblasti prinitovania sekundárneho zotrvačníka

Príčina

Sfarbenie trecej plochy je dôsledok prevádzkových podmienok

Následky

Žiadne

Opatrenia na nápravu

Nie sú potrebné žiadne opatrenia



Veľké termické preťaženie

Opis

Sfarbenie v oblasti prinitovania a/alebo po obvode sekundárneho zotrvačníka
Trecia plocha nenesie známky sfarbenia
→ po termickom preťažení bol dvojmotový zotrvačník ešte nejaký čas v prevádzke

Príčina

Veľké termické preťaženie (280 °C)

Následky

Poškodenie dvojmotového zotrvačníka je závislé od dĺžky trvania termického preťaženia

Opatrenia na nápravu

Výmena dvojmotového zotrvačníka



Veľmi veľké termické preťaženie

Opis

Dvojhmotový zotrvačník je na stranách a odzadu sfarbený modro-fialovo a/alebo sú viditeľné poškodenia - trhliny

Príčina

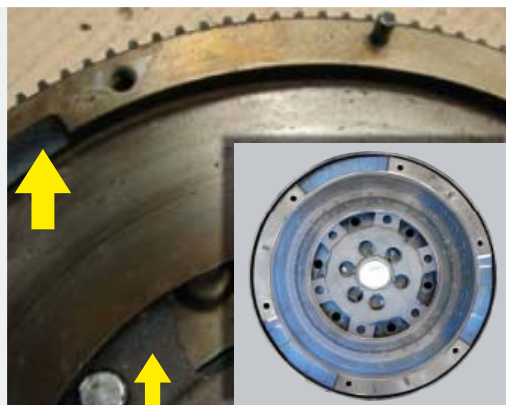
Veľmi veľké termické preťaženie

Následky

Dvojhmotový zotrvačník je poškodený

Opatrenia na nápravu

Výmena dvojhmotového zotrvačníka



Trecí kotúč

Opis

Roztavený trecí kotúč

Príčina

Veľké vnútorné termické preťaženie dvojhmotového zotrvačníka

Následky

Narušenie funkcie dvojhmotového zotrvačníka

Opatrenia na nápravu

Výmena dvojhmotového zotrvačníka



Primárny zotrvačník

Opis

Sekundárny zotrvačník sa brúsi (drhne) o primárny zotrvačník

Príčina

Opotrebenie klzného ložiska – trecieho kotúča

Následky

Hluk

Opatrenia na nápravu

Výmena dvojhmotového zotrvačníka



4. Diagnóza poškodenia dvojmotových zotrvačníkov

Ozubený veniec

Opis

Silné opotrebenie ozubeného venca

Príčina

Poškodený štartér

Následky

Hluk pri štartovaní

Opatrenia na nápravu

→ Výmena dvojmotového zotrvačníka

→ Zkúška funkcie štartéra



Signálny krúžok snímača otáčok

Opis

Ohnuté zuby signálneho krúžku

Príčina

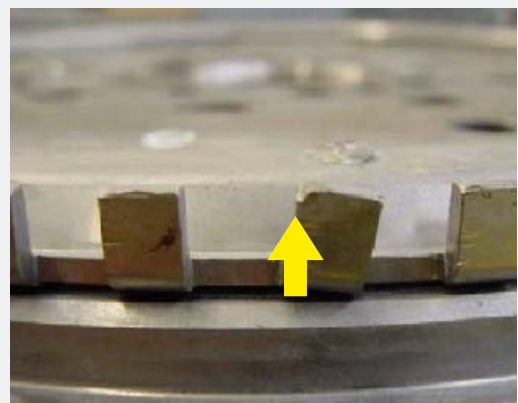
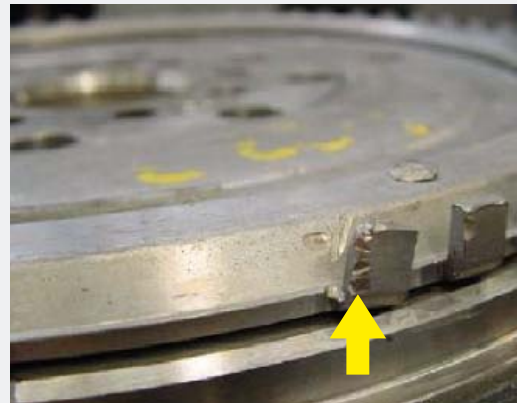
Mechanické poškodenie

Následky

Ovplyvnenie chodu motora

Opatrenia na nápravu

Výmena dvojmotového zotrvačníka



Drobný únik maziva

Opis

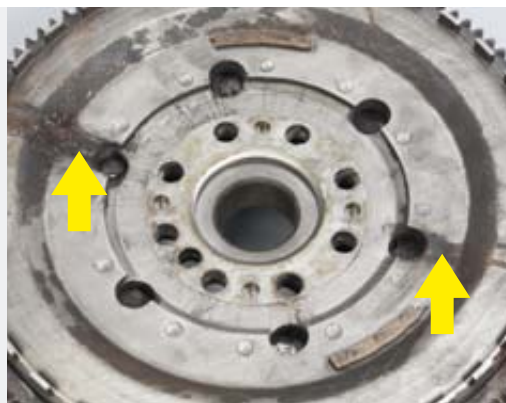
Drobné stopy maziva v okolí otvorov alebo tesniacich krytov na motorovej strane zotrvačníka

Následky

Žiadne

Opatrenia na nápravu

Nie sú potrebné žiadne opatrenia



Silný únik maziva

Opis

Únik maziva > 20 g

→ mazivo je rozptýlené v priestore skrine spojky

Následky

Nedostatočné mazanie oblúkových pružín

Opatrenia na nápravu

Výmena dvojhmotového zotrvačníka



Vyvažovacie telieska

Opis

Uvoľnené alebo chýbajúce závažia

→ chýbajúce závažie je rozpoznateľné podľa viditeľných bodových zvarov

Následky

Nevyvážený dvojhmotový zotrvačník

→ silné dunenie

Opatrenia na nápravu

Výmena dvojhmotového zotrvačníka



					
	✓	✓	✓	✓	✓
	✓	✓			
	✓	✓	✓	✓	
	✓	✓	✓	✓	
	✓	✓			
	✓	✓	✓	✓	
	✓	✓			
	✓	✓	✓	✓	