



TOHLE PŘECE DÁVNO VÍTE... (7)

# VIBRUJÍCÍ KOLA V SERVISNÍ PRAXI

Známé rčení říká: „Od teorie k praxi.“ Nejinak tomu bude i v tomto článku, který úzce navazuje na předchozí pojednání o teorii vibrací podvozku vozidla. Praktické zkušenosti s těmito vibracemi, a jak celou problematiku řešit, rozebírá v navazujícím dílu Petr Kunzl ze společnosti AD TECHNIK.

Všechno souvisí se vším. A platí to i pro články v AutoEXPERTU. Volný cyklus zabývající se geometrií podvozku se v šestém vydání tohoto roku dočkal pokračování, v kterém se s kolegou zabýváme vibracemi vozidel a možnými návaznostmi na stav geometrie podvozku. Nešlo v něm ale jen o samotnou geometrii. Řeč byla také o chování zavěšení kola jako takového, o jeho přirozené frekvenci a rezonanci jednotlivých dílů. A světe, div se, o vibrujících kolech. A protože právě teď začíná hlavní sezona přezouvání kol, je nejvyšší čas stříhnout si malé opáčko, i pokud jde o tak zdánlivě banální věc, jakou vibrující kola jsou.

Minulý článek se zabýval hlavně teorií. Tomu se při povídání o geometrii dá vyhnout jen těžko. Dnes to zkusím napravit a pojmut to co nejpraktičtěji. Prostě tak, jak to každodenně vidáme v servisech našich zákazníků.

Prvně si rozdělme příčiny vibrací kol do dvou hlavních kapitol. Jsou to vibrace způsobené nevyvážením a vibrace způsobené dalšími vlivy.

## Nevyvážená kola

Článků na téma, co to je statická a dynamická složka nevyváženosti a jak přesně upnout a vyvážit kolo, už tu byla celá řada. Dovolím si je přeskočit a pustím se rovnou do nejčastějších potíží a omylů, které potkáváme.

**„Tak se podívejte, kolik závaží tu na tom kole máte. To někdo vyvažoval natřikrát. To prostě musí vibrovat!“**

Omyl. Je jedno, kolik závaží na disku kola je nebo není. Rozhodující je pouze skutečnost, zda je kolo vyvážené, nebo →



❶ Ideálně vyvážené kolo si vystačí pouze se dvěma závažími – vnitřním a vnějším.

ne. Sám na školení vysvětluji, že ideálně vyvážené kolo si vystačí pouze se dvěma závažími. Tedy vnitřním a vnějším (obr. ❶). Stejně tak by mělo být samozřejmostí, že před samotným vyvažováním veškerá stará závaží odstraníte. Tak je to správně. Tak jaký je problém se toho držet?

Běžnou praxí ale bývá, že mechanik vyvážení kola pouze kontroluje. Typicky u sady obutých kol v přípravě na další sezonu. Umytá kola na kvalitních discích s pneumatikami ve slušném stavu často projdou bez nutnosti převažování. Co se ale stane, když vyvažovačka ukáže jen drobný nevyvážek (třeba do 15 g)? S naklepávacími závažími nebude problém. Snadno je lze odstranit přímo na vyvažovačce, kola znovu „protočit“ a umístit nová. Zabere to sotva dvě nebo tři minuty. Tady není co řešit.

S litými koly je to horší. Pokud budete postupovat důsledně, měli byste kolo odepnout z vyvažovačky a důkladně odstranit všechna stará závaží (těch může být snadno 60 g nebo víc) a teprve potom kolo znovu vyvážit. Pokud to máte udělat opravdu pořádně včetně zbytků lepidla, zabere to celé klidně



❷ Pokud dolepíte malou hodnotu závaží ke stávajícím, kolo bude rovněž správně vyvážené a přitom ušetříte čas.

deset minut. Na jedno kolo. Na sadu už je to 40 minut navíc. K tomu je třeba připočítat vyprodukovaný odpad v podobě starých závaží a spotřebu nových. Jejich objem se zpravidla příliš nezmění, pouze se mírně posune jejich poloha. Když si to celé shrneme: 60 g starých závaží v odpadu k likvidaci, 70 g nových závaží pro nalepení a k tomu 10 minut práce navíc. Na každé kolo.

Nebo... prostě vezmete oněch 5 nebo 10 g a dolepíte je na disk tak, jak je potřeba (obr. ❷). Opravdu jste se právě dopustili chyby? Skutečně jste tím zadělali na vibraci kola, jak se obecně tvrdí? Samozřejmě že ne! Právě jste ušetřili čas, peníze a přírodu (likvidace starých závaží). Pokud samotná vyvažovačka funguje správně, bude správně vyváženo i kolo. Neexistuje žádný relevantní technický argument, proč by to měl být problém.

Další příčinou podobného dovažování kol mohou být velká množství závaží použitých pro vyvážení kola. Kola jsou stále větší, širší a těžší. Běžně se dnes potkáváme s potřebou lepit na disk velká množství závaží na jedno místo. 70 g nebývá výjimkou a ani 100 g není ničím nevídaným. Potíží je v tom, že takové množství závaží už zabere dost místa (přesněji řečeno plochy), zatímco teorie vyvažování říká, že ideálně je závaží třeba umístit do jednoho konkrétního bodu. Zjednodušeně řečeno to znamená, že závaží rozloženo po větší ploše, tím menší přesnost bude vyvážení mít. Proto není nic zvláštního ani špatného, když si při kontrolním protočení vyvažovačka řekne o dalších 5 nebo 10 g, které pomohou onu nepřesnost kompenzovat.

Už zase je těch řečí až příliš. Zkusme to tedy shrnout. Samotný fakt, že jsou na kole více než jen dvě závaží, ještě nutně neznamená, že je vyváženo špatně nebo že to někdo odflákl. Přesto je ale dobré zpozornět a všimnout si několika věcí:

- a) Pokud je na jedné nebo obou stranách disku více než jedno závaží, pak by mělo platit, že jedno z nich bude výrazně větší než to druhé. Pokud najdete dvě 20g závaží takřka proti sobě, k tomu ještě očividně stejně stará, neznamená to nutně, že kolo není správně vyváženo, ale už to vzbuzuje jisté otázky ohledně kvality vyvažovačky nebo pečlivosti toho, kdo vyvážení prováděl. A jistě je to i něco, co by mělo vést ke kontrole vyvážení.
- b) Pečlivost umístění samotného závaží. Obecně platí, že závaží by měla být co možná nejdál od středové roviny kola a měla by být nalepena rovně. Zvláště na vnější straně mívají mechanici tendence lepit závaží dál od okraje disku. V případě malých disků tam bývá špatný přístup, není tam pořádně vidět a ještě k tomu zákazníci bývají citliví na estetickou stránku věci. Jenže rozdělovat závaží za paprsky znamená víc práce a větší spotřebu závaží. A tak raději závaží trochu utopí dovnitř disku, aby tak „nemlátilo“ do očí. O ignoraci drážek pro umístění závaží a následných poškození brzdových třmenů nebo disků snad ani nemá cenu mluvit. Mohlo by se zdát, že je to banální a samozřejmé, každosezonní praxe nás ale pravidelně přesvědčuje o opaku.

Tato kapitola by se dala uzavřít ještě jednodušeji. Počet ani umístění závaží nic nevyovídají o tom, zda je dané kolo vyváženo, nebo ne. Nedělejme z dobrých pravidel dogma, které často vede k omylům. Z fyzikálního hlediska může být i kolo s deseti závažími vyváženo správně. V každém případě by ale při řešení vibrací takové kolo mělo vzbudit naši pozornost.

**„Na tomto kole jsem dokonce protácel pneumatiku na disku, aby to chtělo co nejmenší závaží. Takže ta dy problém určitě nebude.“**

Než se pustíme do další části článku, dovolím si ještě jeden bod, který občas slyším na školení od mechaniků. Zmíním ho již zde, ale uzavřu až na konci článku. Tím je adorace nebo naopak totální ignorování funkce „optimalizace nevyvážku“. Tu dnes nabízí každá slušná vyvažovačka. Funguje jednoduše. Pokud se mechanikovi zdá indikovaný nevyvážek příliš velký, nabízí mu vyvažovačka možnost protočit pneumatiku vůči disku o 180° a provést kontrolní protočení. Výsledkem by mělo být doporučení, jak natočit pneumatiku vůči disku tak, aby bylo třeba co nejméně závaží (obr. 3).



3 Patentované funkce ForceMatch společnosti Hunter, kde se pneumatika pootáčí proti disku na základě naměřeného tvaru disku a tuhosti bočnice.

Odvolám se na již řečené. Je jedno, jak velké závaží je třeba pro vyvážení kola. Pokud jednou vyvažovačka ukáže OK, je kolo vyváženo správně a nebude způsobovat vibrace z titulu případného nevyvážku. Bez ohledu na to, zda k tomu bylo potřeba 25, nebo 125 g. Už vidím, jak se staří praktici chytají za hlavu. Zkušenosti jim totiž říkají něco docela jiného. A nejsou v tom sami. Pokud je pravda, co jsem právě napsal, znamenalo by to, že všichni renomovaní výrobci vyvažovaček dávají do svých strojů naprosto zbytečnou funkci a nabádají jejich uživatele, aby dělali zbytečnou práci. Jak už to někdy bývá, svůj díl pravdy mají v tomhle případě obě strany.

A teď to začne být konečně zajímavé.

### Když vibrují i vyvážená kola

Jakkoliv jsme začali novou kapitolu, zůstaneme stále u původního tématu. K čemu je tedy dobrá funkce optimalizace nevyvážku, když z hlediska samotného vyvážení žádnou roli nehraje? Prvně je třeba si uvědomit, co dalšího může být

příčinou vibrací kola, pokud to není samotné nevyvážení. Mohou být dvě.

### Disk



4 Správný tvar disku je ideální kruh, kdy je zaručeno, že během odvalování nebude způsobovat problémy.

Jediný správný tvar disku je ideální kruh. Jedině v tom případě je zaručeno, že během odvalování nebude způsobovat žádné potíže (obr. 4). Není obtížné si představit, co se bude dít, pokud by disk nebyl kulatý, ale oválný. Znamená to, že celé vozidlo by cyklicky stoupalo a klesalo tak, jak by se pod ním oválná kola odvalovala. Odtud pochází vznik vibrací. U osobních vozidel pracujeme s tolerovanou střední odchylkou od ideálního tvaru v řádu desetin milimetrů. Maximální akceptovatelná hodnota nepřesahuje 1 mm. Jakákoliv vyšší hodnota zaručeně způsobí vibrace. Ověřit správný tvar disku nebývá až tak velký problém. Cest je hned několik. Základem je běžná kontrola pohledem během rotace na vyvažovačce. Sofistikovanější cestou může být měření pomocí ramének nebo laserovým měřicím systémem.

### Pneumatika

Pro pneumatiku by v zásadě mělo platit to samé jako pro disk. Pokud bychom si vystačili s kontrolou tvaru nezátíženě pneumatiky, můžeme vedle již zmíněné kontroly pohledem zmínit laserové měřicí systémy, které některé vyvažovačky nabízejí. Většinou toho umějí o poznání víc než jen pouhou kontrolu tvaru (obr. 5). Dovedou velmi přesně proměřit dezén a určit tak nejen jeho hloubku, ale např. i nesprávný způsob opotřebení. Je to velmi užitečný pomocník, bohužel neřeší podstatu případných potíží s vibracemi.

Zatímco pro disk platí, že se při zatížení kola nedeformuje, pro pneumatiku platí pravý opak. Zde je naopak deformace zatížením její základní a nezbytnou vlastností. To, jak moc →



5 Laserové měřicí systémy, které některé vyvažovačky nabízejí, dovedou velmi přesně proměřit profil a tvar disku.

se její tvar při zatížení změní, je dáno především tuhostí bočnice. Pokud je konzistentní po celém obvodu pneumatiky, bude se kolo pod vozidlem odvalovat rovnoměrně. Pokud se bude tuhost po obvodu lišit, tedy bude v některých místech tužší, bude se po obvodu lišit i míra deformace. Pneumatika se v „tuhém“ bodě zdeformuje méně než na zbytku obvodu, a proto při jejím odvalování bude docházet k „nadskakování“ kola.

Výše popsané je i vysvětlením, proč samotná optická kontrola běhounu nic neřeší. Pokud chcete ověřit, jak se bude pneumatika chovat na vozidle, nezbyvá nic jiného než simulovat i adekvátní zatížení (obr. 7). Paradoxní zkušenost dokonce říká, že pneumatika, která se může pouhým pohledem jevit jako „házející“, projde zátěžovou zkouškou bez potíží a na vozidle bude fungovat správně, zatímco pneumatika, která se jeví naprosto ideálně, vykáže pod zatížením hodnoty oscilace přítláčné síly vysoko nad mezní limity. A to je ostatně i důvodem, proč některé OEM sítě začínají

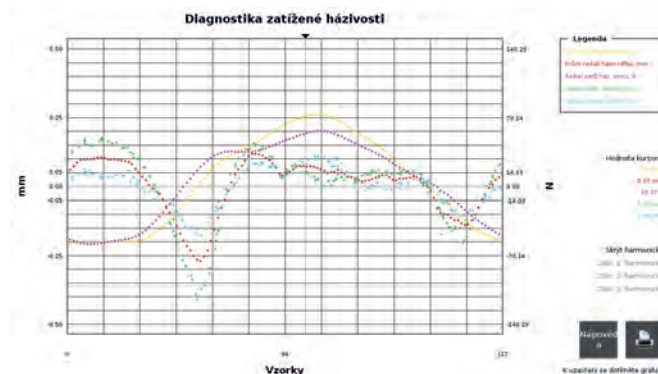


7 Pro správné zjištění stavu problematického kola je nutné provést zátěžovou zkoušku válcem na vyvažovače.

vyvažovačky s přítláčným válcem postupně implementovat jako povinný prvek výbavy svých autorizovaných servisů. Stejně tak jsou nezbytným vybavením mnoha vývojových oddělení pro ladění podvozků nebo garančních oddělení výrobců pneumatik.

## Jak to řešit

Nevyvážené kolo se dá vždy vyvážit. Je to jen otázka správného závaží na správném místě. Křivý disk nebo problematická pneumatika, to už je horší. Řešením je výměna, ale to zvláště u dražších modelů znamená investice až v nižších desítkách tisíc za jedno kolo. Ne vždy je to ale potřeba. Pokud známe přesný tvar disku a zároveň dovedeme přesně určit pozici nejtěžšího bodu bočnice (obr. 7), můžeme se pokusit dané odchylky od ideálu navzájem kompenzovat. Umístěním nejtěžšího místa bočnice nad „nejnižší“ bod disku lze za určitých okolností docílit omezení nežádoucích projevů do té míry, že výsledné vibrace udržíme pod hranicí, která by vyžadovala jejich výměnu.



7 Graf zobrazuje výsledek analýzy tvaru disku včetně oscilace radiální síly celého kola a dalších hodnot.

## Zpátky na začátek

A ještě zpátky k funkci optimalizace nevyvážky, o které byla řeč na konci kapitoly o vyvažování. Jak to tedy je? Je k něčemu užitečná, nebo je to jen placebo, pokud nemám k dispozici vyvažovačku s přítláčným válcem? Tato funkce má svůj význam. Ovšem ne v tom, že kolo s menším závažím je lépe vyváženo, jak by se nabízelo. Příčinu hledáme jinde. Pokud se disk tvarově liší od ideálního kruhu, znamená to, že se i rozložení jeho hmoty okolo osy otáčení bude lišit od ideálu. Tedy způsobí nevyvážek. A to poměrně výrazný. A velmi podobně se bude chovat i pneumatika. Pokud výrobce nezvládl technologii a bočnice pneumatiky není rovnoměrně tuhá po celém obvodu, velmi pravděpodobně bude v nejtěžším místě i více materiálu než jinde. A to je další výrazný nevyvážek.

Jinak řečeno, enormní nevyvážek často signalizuje další potíže, které nemají příčinu v nevyváženosti kola, ale naopak, nevyváženost je jejím následkem. V tom okamžiku může být užitečné pokusit se protočit pneumatiku proti disku tak, aby se nevyvážky pneumatiky a disku navzájem kompenzovaly. Není to sice ani zdaleka tak efektivní a přesná metoda jako použití laseru a přítláčného válce, ale i tak její využití přináší v praxi hmatatelné výsledky. Je proto dobré přesně vědět, jak funguje a co od ní lze očekávat a co už naopak ne.

## Závěrem

Vyvažování kol a řešení vibrací, to není žádná raketová věda. Na druhé straně i tady platí, že sebelepší zařízení je jen nástrojem v rukách člověka. A proto bude opravdu fungovat jen v tom případě, kdy dotyčný bude znát fyzikální základy a rozumět souvislostem. Věřím, že tento článek k tomu přispěje. ■

Podívejte se na video, video, které přináší k článku doplňující informace.

