

Optimalizace snímače tlaku vestavěného v pneumatikách



Pavel Ludvik, Application Engineer, HUMUSOFT s.r.o.

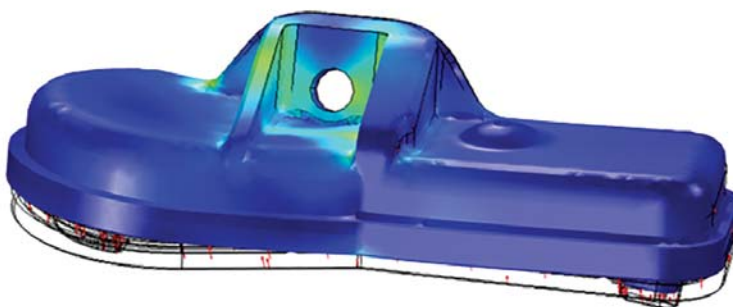
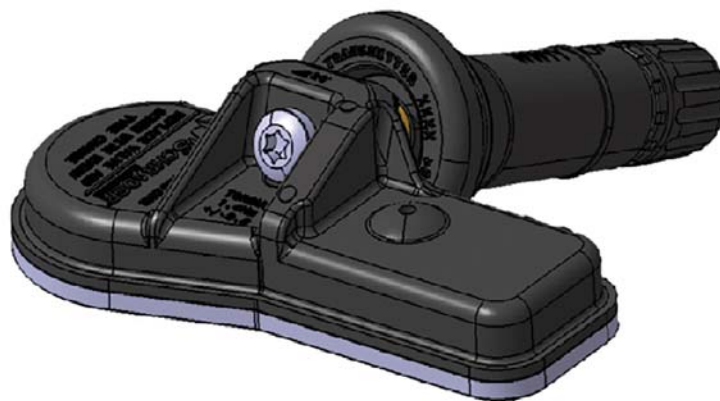
Tlakové snímače slouží k monitorování tlaku v pneumatikách. Tlak v pneumatikách ovlivňuje výkon automobilu a tím i jeho spotřebu, proto snímače tlaku můžeme stále častěji najít v základní výbavě vozů střední a vyšší třídy. Snímač musí být navržen tak, aby byl odolný proti opotřebení a aby byl schopen funkce i při rotaci kola automobilu.

K publikaci tohoto článku mě vedlo několik zajímavých údajů ze statistik. Prvním je, že 63% motoristů jezdí na podhuštěných pneumatikách. (zdroj: Bridgestone test 2011). Dále 3,3% všech dopravních nehod se smrtelnými následky na francouzských dálnicích bylo způsobeno podhuštěnými pneumatikami (zdroj: ASFA – 2006 report).

Snímače tlaku nepřímo ovlivňují spotřebu a výkon automobilu zajištěním předepsaného tlaku v pneumatikách. V případě správného tlaku mají pneumatiky požadovaný tvar. Jakmile tlak poklesne, je zapotřebí více energie pro zajištění pohybu automobilu. Je zcela běžnou praxí, že řidiči, včetně mě, při každodenním provozu automobilu vynechávají kontrolu tlaku v pneumatikách. V případě poklesu tlaku dezén pneumatiky ztrácí svou schopnost odvádět vodu z prostoru mezi pneumatikou a vozovkou. Tlakové snímače zastávají každodenní rutinu kontroly tlaku v pneumatikách a v případě poklesu okamžitě upozorní řidiče, které kolo je podhuštěné. Při návrhu a ověření funkčnosti zařízení existují různé postupy, ale tím neefektivnějším a nejrychlejším je použití počítačové simulace.

Návrh snímače tlaku

Nízký tlak v pneumatikách se projeví značným zvýšením spotřeby paliva. Navíc drasticky vzroste produkce skleníkových plynů do atmosféry. Podhuštěné pneumatiky také mají větší brzdovou dráhu nebo dokonce na mokré vozovce mohou způsobit smyk. Výrobci automobilů instalují snímače tla-



Obr. 1: Geometrie Snap-in snímače tlaku (Tire Pressure Monitoring Sensor TPMS), který se používá v automobilovém průmyslu. Spodní: 10x zvětšené namáhání a deformace skříňě vysílače po simulaci odstředivého zatížení, které vzniká rotací kola.

ku v rámci základní výbavy do vozů středních a vyšších tříd. Aktuálním světovým lídrem ve výrobě snímačů tlaku je firma Schrader Electronics. Ve firmě Schrader Electronics se zabývalo otázkou správného navržení a ověření několik lidí z divize Mechanical Engineering. Firma Schrader Electronics vyrobí ročně 45 milionů senzorů, tj. zhruba 52% celosvětové produkce, které poskytuje světovým lídrům automobilového průmyslu, jakými jsou GM, Ford anebo Mercedes a na dalších 39% snímačů dodává podstatné části. Aby snímače vydržely po celý životní cyklus automobilu a odolaly všem nástrahám, které vozovky skýtají, jsou pro ně klíčovými vlastnostmi spolehlivost, odolnost a životnost. Při návrhu snímačů tlaku musí konstruktéři brát v úvahu nárazy, vibrace, tlak, vlhkost, teplotu a rozmanité dynamické namáhání. Konstruktérský tým Christabel Evansové se podílí na vývoji snímačů tlaku. Pro návrh efektivních snímačů tlaku, implementovaných do kol různých typů automobilů, používají metodu konečných prvků (MKP).

Navrhování kvalitnějších snímačů pomocí MKP

Automobilový Snap-in snímač tlaku pro vysoké rychlosti (210 km/h) je zobrazen na obrázku č. 1. Snímač se běžně připevňuje přímo na ráfek kola a tlak je snímán i při pohybu kola. Jakmile poklesne tlak v pneumatice, snímač vyšle signál řidiči, že je čas zastavit a dohustit pneumatiku.

Ačkoliv firma Schrader Electronics vyrábí snímače tlaku téměř 20 let, stále hledala způsob jak zefektivnit návrh produktu a jeho následné testování. S využitím metody konečných prvků a postupnou iterací se jim podařilo minimalizovat experimentální náklady spolu s potřebným časem na vyhodnocení vlastností konstrukce v průběhu vývoje. Firma Schrader Electronics zvolila použití již existujícího řešení, které poskytuje program COMSOL Multiphysics spolu s jeho nadstavbami Structural Mechanics Module a CAD Import Module, neboť počáteční rozvaha vývojového týmu ukázala, že by se vývoj vlastního softwaru MKP nevyplatil. Pro ověření výsledků simulace konstruktéři provedli sérii testů porovnávaných standardizované vzorky se simulací.

Kvalitnější simulační nástroje = zlepšení senzitivity a životnosti

Postupem času vývojáři začali do simulace začleňovat více multifyzikálních parametrů popisujících reálné chování. Mezi tyto parametry patří dynamické zatěžování (odstředivou silou), vnější zatížení (změna teploty), statické zatěžování (tlak) a také náhlé zatížení. Snap-in snímače tlaku obsahují vysílač, který je uložen v ráfku kola. Geometrie Snap-in snímače tlaku obsahuje žebro zajišťující uchycení sestavy v drážce ráfku.



COMSOL Multiphysics
modelování fyzikálních jevů

Ušetřete náklady na vývoj

Komplexní simulační FEM systém
s jednotným uživatelským prostředím





HUMUSOFT
www.humusoft.cz

Výhradní distributor pro ČR a SR
Humusoft s.r.o.
Pobřežní 20
186 00 Praha 8

info@humusoft.cz
Tel. : 284 011 730
Fax : 284 011 740



Obr. 2: Výsledné namáhání odstředivými silami. K největšímu namáhání součástky dochází v oblasti uchycení.

Na obrázku č. 1, je zobrazené výsledné napětí a deformace způsobená vnějšími silami od uchycení kola, nárazů a vibračních způsobených nerovnostmi vozovky. Obrázek č. 2. zobrazuje geometrii součástky určenou k zátěžovému testu, který simuluje zatížení snímače při rotaci kola při nejvyšší návrhové rychlosti. Pomocí simulace byla ověřena správnost volby materiálu tak, aby součástka vydržela předepsané zatížení.

Na základě provedených simulací nárazů mohl tým Christabel Evansové určit nejlepší konfiguraci a na základě této konfigurace i tvar navrhované součástky. Při testování se zaměřili především na simulaci několika rozdílných geometrií, materiálů a možných scénářů zatěžování.

Nasazení programu COMSOL Multiphysics a jeho nadstavby do vývojového procesu umožnilo firmě Schrader Electronics rychle navrhnout a optimalizovat snímač tlaku. Christabel Evansová shrnula její zkušenosti do jedné věty: "COMSOL Multiphysics je přehledný a velice snadno se ho každý budoucí uživatel naučí používat - okamžitě jsme ho zavedli do běžného provozu."

Schrader Electronics plánuje do budoucna věnovat více času návrhu designu výrobku společně s analýzou poruchovosti pomocí simulací. S každým novým produktem je tým Christabel Evansové schopen zvýšit pohodlí řidiče, snížit dopady na životní prostředí a především zvýšit celkovou bezpečnost provozu na komunikacích.

Distributor produktů společnosti MathWorks
v České republice a na Slovensku:
HUMUSOFT s. r. o.
<http://www.humusoft.cz>

