

Deformační, napjatostní a bezpečnostní analýza výztužného rámu automobilu

Inženýrská analýza a simulace

Autor: Bc. Martin Dobeš (DobyM@seznam.cz)

Školitel: prof. RNDr. Ing. Jan Vrbka, DrSc., dr. h. c.



Formulace řešeného problému

Problém, který je předmětem této práce, vznikl ve spolupráci se závodním automobilovým týmem MICHL MOTORSPORT, který se zúčastňuje evropského šampionátu v závodech do vrchu. Závodní speciál, který nasazují do závodů je vůz sestavený dle vlastního návrhu. MICHL MOTORSPORT disponuje technickým zázemím na vysoké úrovni, tudíž kvalita závodního speciálu, se kterým tento tým závodí je opravdu špičková. Bezpečnostní rám, který je součástí tohoto vozidla, je zkonstruován především na základě předešlých zkušeností s výrobou rámu a konstrukčních doporučení dle přílohy č. 253 Mezinárodních sportovních řádů (MSŘ). Tento předpis definuje základní konstrukční aspekty, které musí bezpečnostní rám splňovat. Při homologaci rámu dle tohoto homologačního předpisu nejsou požadovány žádné statické bezpečnostní zkoušky. Tento typ homologace ovšem platí jen pro určité kategorie závodních disciplín. Důležité hledisko, které je pro jezdce takto špičkového a rychlého automobilu je bezpečnost. Právě určitou vypovídající hodnotu má v oblasti bezpečnosti ochranných rámu výsledek statických zkoušek dle homologace FIA, která je platná pro všechny kategorie automobilového sportu. Právě provedení počítačové simulace statických zkoušek dle této homologace a následná deformačně-pevnostní analýza rámu je hlavním cílem této diplomové práce.

Cíl práce

Cílem práce je provedení počítačové simulace statických zkoušek pro bezpečnostní rám výpočtovým modelováním dle příslušné homologace vydané FIA. Dále pak provedení počítačové simulace rázového zatěžování s využitím výpočtového programu LS-DYNA a posouzení vlivu rychlosti zatěžování na napjatost, deformaci a spolehlivost rámu.

Závěr

Simulace statických zkoušek se skládala ze tří dílčích zkoušek. Kritéria hodnocení těchto zkoušek byla definována předpisem FIA. Dle provedených výpočtových analýz řešený rám splňuje statické zkoušky na hlavním oblouku a na boční zatížení. Rám nevyhovuje pro statickou zkoušku na předním oblouku, kde se nepodařilo vyvinout potřebné silové vazebné působení mezi zatěžující deskou a rámem při deformačním zatěžování. Rám zde vykazuje vysokou a nebezpečnou poddajnost. Na základě tohoto výsledku byla navržena konstrukční změna spočívající v přidání příčných vzpěr ve střešní části rámu.

Pro porovnání vlivu rychlosti zatěžování na napjatost, deformaci a bezpečnost rámu byl vytvořen výpočtový model pro software LS-DYNA. V tomto výpočtovém programu byla provedena počítačová simulace rázového zatěžování za stejných podmínek definovaných pro statické zkoušky. Tyto simulace byly provedeny pro různé rychlosti. Na základě dosažených výsledků bylo možné usoudit, že rám v případě rázového zatěžování při stejném silovém vazebném působení jako při statické zkoušce vykazuje vyšší hodnoty deformace, ale nižší hodnoty redukovaného napětí v rámu. Dochází zde také k odlišnému charakteru rozložení napětí vlivem šíření napěťových vln v rámu. Pro úplnost byla také provedena výpočtová analýza nárazu vozidla s rámem při převrácení na vozovku.

Fotografická dokumentace

