

TESTOVACÍ ZAŘÍZENÍ PRO RÁZEM ZATĚŽOVANÉ OBJEKTY VOZIDEL

TESTING DEVICE FOR IMPACT LOADED VEHICLE PARTS

Antonín POTĚŠIL¹, Ladislav ŠEVČÍK², Jiří CVEJN³, Aleš LUFINKA², Jan LAURYN²,
Milan KLEMENT¹, Miloš MÜLLER¹, Tomáš ZUBEK²

Abstrakt

Autoři ve svém příspěvku prezentují funkční vzorek vyvíjeného impaktního zařízení včetně jeho řídicích a měřících řetězců, které je určeno pro optimalizaci jak interiérových, tak exteriérových částí vozidel s ohledem na ochranu posádky ve vozidle a chodců mimo něj. Tým autorů spojil své schopnosti a dovednosti, aby koncepčně navrhnul a fyzicky zrealizoval mechatronický systém pro identifikaci odezvy předmětných objektů a jejich podsestav na rázové zatížení vyvolané dopadem hlavy člověka. Zařízení je výsledkem partnerské spolupráce inovačních pracovišť firem Cadence Innovation, k.s., LENAM, s.r.o. a Technické univerzity v Liberci.

Klíčová slova: rázové zatížení, optimalizace.

Abstract

The authors present in their paper a functional sample of an impact device being developed, including its control and measuring chains, which is designed for optimisation of both interior and exterior vehicle parts, with regard to the protection of the vehicle passengers and pedestrians. The team of authors gathered their abilities and competence to make a conception design and to physically realise a mechatronical system for identification of responses of the objects in question and their sub-assemblies to impact loading caused by the impact of a human head. The device is the result of collaboration of innovation departments of the companies Cadence Innovation, k.s., LENAM, s.r.o. and the Technical University of Liberec.

Keywords: Impact Loading, optimization.

ÚVOD

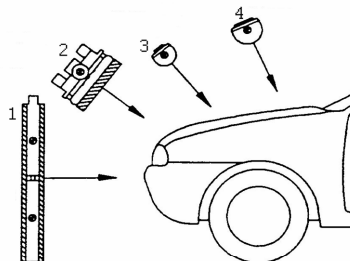
Na exteriérové a interiérové komponenty vozidel a jejich sestavy jsou kladeny různé nároky, kromě jiných, i z hlediska ochrany chodců a posádky při kolizích a při haváriích vozidla. Měření na živém objektu nejsou možná a tak byly vyvinuty náhradní postupy hodnocení automobilů a plnění závazných norem. Postupy vycházejí z rozsáhlých statistik úrazů při haváriích vozidel.

¹ doc. Ing. Antonín POTĚŠIL, CSc., Ing. Milan KLEMENT, Ing. Miloš MÜLLER, LENAM, s.r.o., Liberec, antonin.potesil@lenam.cz, milan.klement@lenam.cz, milos.muller@lenam.cz.

² doc. Ing. Ladislav ŠEVČÍK, CSc., Ing. Aleš LUFINKA, Ing. Jan LAURYN, Ing. Tomáš ZUBEK, TU v Liberci, ladislav.sevcik@tul.cz, jan.lauryn@tul.cz, ales.lufinka@tul.cz, tomas.zubek@tul.cz

³ Ing. Jiří CVEJN, Cadence Innovation, k.s., Liberec, j.cvejn@cadenceinnovation.cz
Lektoroval: prof. Ing. Alexander GMITERKO, PhD., KAMaM, SJF TU v Košiciach, alexander.gmiterko@tuke.sk

Např. testovací přípravky nahrazující fyzikální vlastnosti chodců při střetu s osobním vozidlem podle EEVC WG10 jsou schematicky zobrazeny na obr.1, kde 1 – spodní část nohou, rychlost 40 km/hod, hmotnost 13,4 kg, kinetická energie 825J, 2 – horní část nohou a pánev, rychlost 40 km/hod, hmotnost 17 kg, kinetická energie 1000J, 3 – dětská hlava, rychlost 40 km/hod, hmotnost 2,5 kg, kinetická energie 154 J, 4 – hlava dospělého člověka, rychlost 40 km/hod, hmotnost 4,8 kg, kinetická energie 295 J.



Obr.1 Schématicke zobrazení testovacích přípravku

METODIKA HODNOCENÍ KOLIZE MEZI ČLOVĚKEM A VOZIDLEM

Cílem řešení je zmaření energie nárazu člověka na vnější, resp. vnitřní části automobilů. V praxi se k tomu používá schopnosti konstrukčních komponent plasticky se deformovat, porušit se lomem, vyčerpát svoji únosnost ztrátou stability nebo kombinací těchto a dalších disipativních mechanismů fyzikálních jevů jak v materiálech tak v konstrukcích.

Vyhodnocení kontaktu s člověkem se provádí pomocí měření zrychlení při dopadu měřícího zařízení – impaktoru a stanovuje se podle následujícího vztahu:

$$HIC = \left[\frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} a(t) dt \right]^5 (t_2 - t_1). \quad (1)$$

V předchozím vztahu značí:

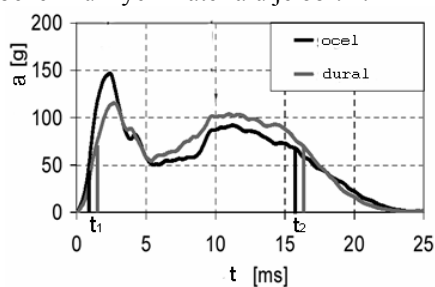
HIC – index poranění hlavy (angl. Head Injury Criterion), nebo také index biomechanického zatížení hlavy (HPC=Head Performance Criterion),

$a(t)$ – časová průběh zrychlení v násobcích gravitačního zrychlení,

t – čas,

t_1 a t_2 představují začátek a konec časového intervalu s maximem zrychlení a délce trvání zpravidla 15 ms.

Příklad měření průběhu zrychlení pomocí impaktoru při jeho dopadu na dva geometricky stejné zkušební vzorky vyrobené z různých materiálů je obr. 2.



Obr.2 Průběh zrychlení

Výsledky měření a stanovení HIC dle výše uvedeného vztahu a grafu jsou v následující tabulce 1.

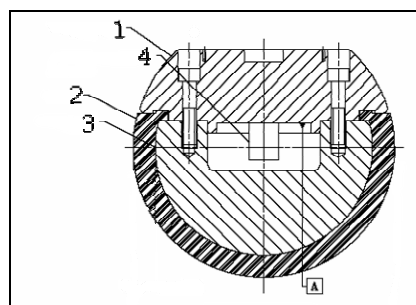
Výsledky měření		Tabulka 1
Materiál	Ocel	Dural
HIC	869	1035
čas $t1$ [s]	0,001	0,0014
čas $t2$ [s]	0,016	0,0164
a_{max} [ms^{-2}]	1468	1154
a_{3ms} [ms^{-2}]	902	1010

Při návrhu nových osobních vozidel pro evropský trh jsou např. jejich výrobci nuceni od roku 2005 zavádět a dodržovat kritéria dle ACEA, (Association des Constructeurs Européens d'Automobiles), která stanovuje hodnotu HIC <2000 pro rychlost 35 km/hod a hmotnost hlavy 3,5kg dopadající v oblasti blatníku.

Pro nová osobní vozidla vyráběná od roku 2010 je avizováno zavedení přísnějších kritérií dle EEVC (Evropaen Enhanced Vehicle-safety Committee), která stanovují hodnotu HIC<1000 pro dětskou i dospělou hlavu s parametry uvedenými výše [1].

IMPAKTORY A IMPAKTNÍ SYSTÉMY

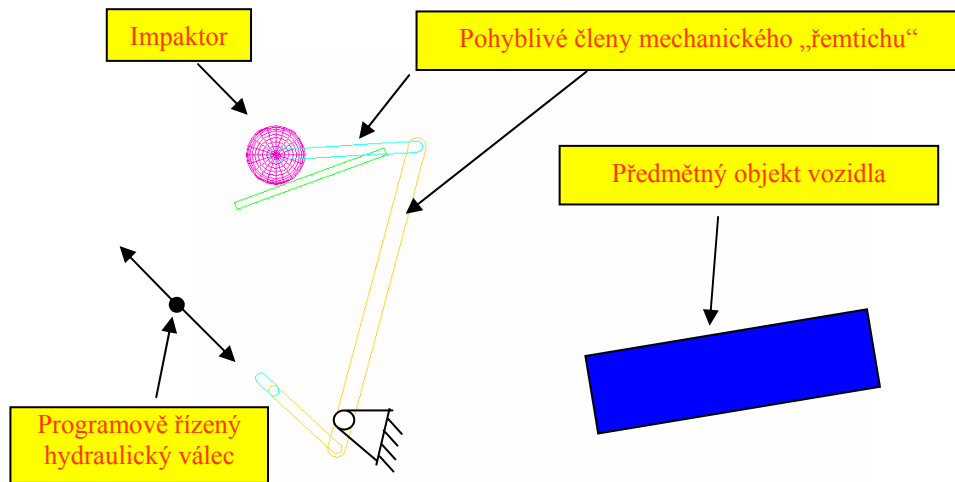
Je zřejmé, že pro vývoj konstrukčních řešení se schopností nevrátě pohlcovat energii rázu je nutné, aby jejich vývoje pracovníci disponovali vhodným zařízením a měřicím řetězcem. V zásadě se jedná o impaktor opatřený senzory zrychlení, který je definovaně vržen, vystřelen nebo jinak vypuštěn pomocí excitačního systému na předmětný objekt. V praxi se používá různých systémů (pneumatické, hydraulické, pneu-hydraulické, pružinové), kdy akumulovaná energie systému je předaná impaktoru, který dopadne předepsanou rychlostí na měřený objekt. Schématické vyobrazení impaktoru je na obr.3.



- 1 – uzavírací část přípravku,
- 2 – pryžový potah,
- 3 – nosná část přípravku,
- 4 – snímač zrychlení

Obr.3 Schématické vyobrazení impaktoru

Na základě rozboru možností autoři příspěvku navrhli k realizaci excitačního zařízení, které využívá principu tzv. „řemtichu“, jehož schéma je na obr.4.

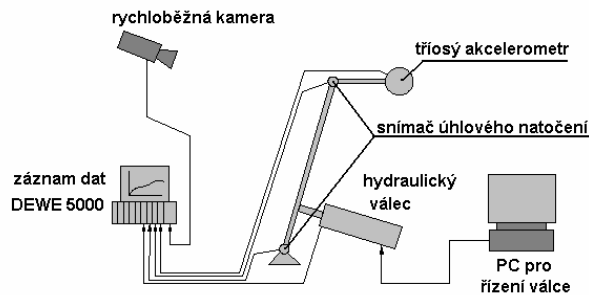


Obr.4 Kinematické schéma impakčního zařízení

REGULAČNÍ A MĚŘÍCÍ ŘETĚZCE ZAŘÍZENÍ

Realizace požadavků daných shora uvedenými normativy a metodikami si vyžádalo vybavit excitační mechanismus odpovídajícími mechatronickými systémy, a to jak pro pohon a jeho regulaci, tak pro měření kinematických a dynamických veličin jednotlivých pohybujících se částí mechanismu, včetně impaktoru.

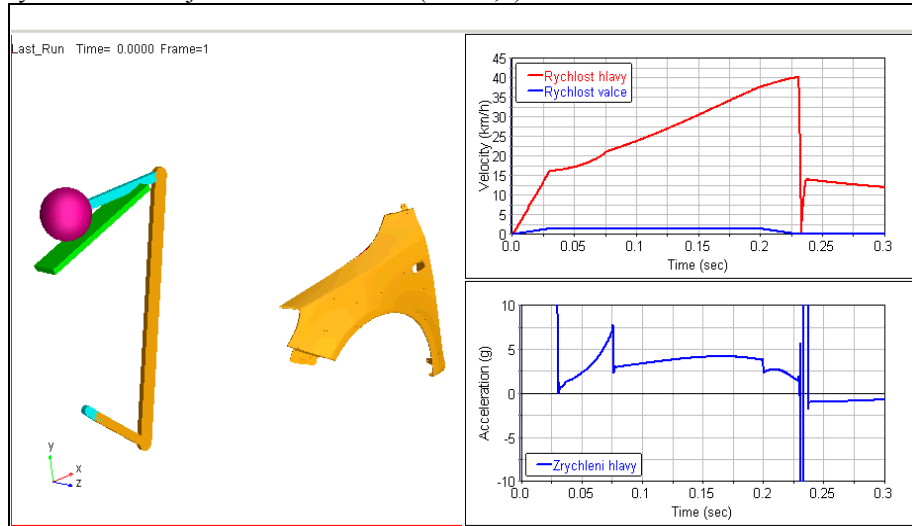
Jak je ukázáno schématicky na obr.5 je samostatně programově řízen a regulován pohyb hydraulického válce a nezávisle jsou snímány polohové úhly rotujících ramen a tři složky zrychlení v těžišti impaktoru jako funkce času. Tyto signály jsou dále zpracovány příslušným programovým vybavením tak, aby poskytly relevantní informace o rychlostech pohybu členů mechanismu a rychlosti dopadu a zrychlení impaktoru. Součástí vyhodnocení je rovněž monitorování energetické bilance rázového jevu, aby mohla být stanovená testovaným objektem dissipovaná energie.



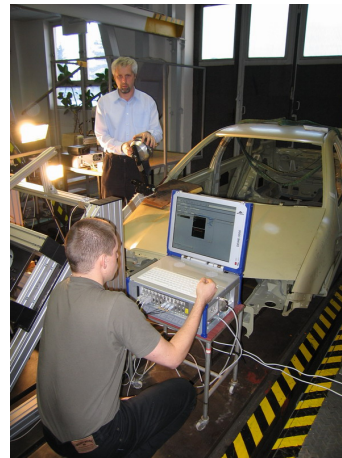
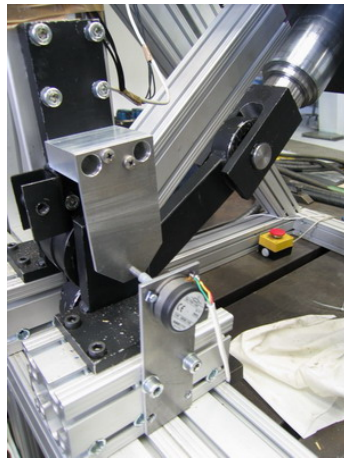
Obr.5 Schéma uspořádání řídicích a měřících řetězců

ZÁVĚR

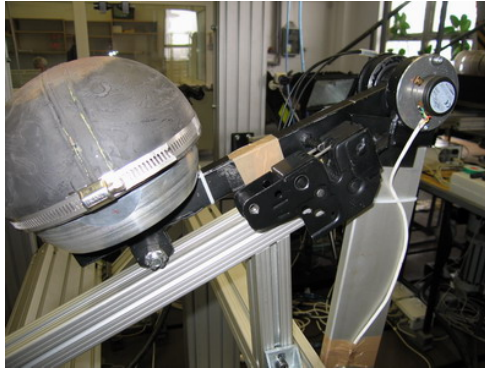
Prediktivní dynamická analýza soustavy prostřednictvím simulace v prostředí SW produktu MSC.ADAMS prokázala možnosti regulace dopadu impactoru v rozmezí rychlostí 10 až 50 km/h (viz. obr.6), bezpečný provoz v podmínkách zkušebny na Technické univerzitě v Liberci a možnost adaptace tohoto zařízení na testování jak interiérových, tak exteriérových produktů vyvíjených v Cadence Innovation, k.s.. V současné době probíhají závěrečné fáze fyzického testování excitačního mechanismu „řemtichu“ a dokončuje se vývoj programového vybavení pro sběr a vyhodnocení údajů z měřících řetězců (obr.7a,b).



Obr.6 Příklad simulace časových průběhů kinematických veličin impactoru



Obr.7a Realita zkoušek z laboratoře



Obr.7b Realita zkoušek z laboratoře

LITERATURA

- [1] EEVC: *Development and evaluation of the ES-2 dummy*. WS-12 report. August 2001.
- [2] SCHWARZ D., BACHEM H.: *Comparison of Steel and Aluminium Hood with same design in View of Pedestrian Head Impact*, Michigan, leden 2004.