Nadstandardní zkoušky chrániče pro motocyklisty

Sandra Kaňáková[1], Radek Kottner[2], Tomasz Bońkowski[3]

1 Úvod

V roce 2018 zavinili motocyklisté 2109 nehod, při kterých zemřelo 91 motocyklistů a 488 bylo těžce zraněno (Ministerstvo dopravy ČR (2019)). Přes tato poměrně vysoká čísla je ze zákona dána pouze povinnost nosit helmu, i když další ochranné prvky, jako jsou například motorkářská bunda, kalhoty nebo rukavice, mají značný vliv především na ochranu měkkých tkání (Erdogan et al. (2013)). Ovšem o rozsahu zranění nerozhoduje pouze přítomnost ochranných pomůcek, ale i jejich kvalita.

S vývojem technologií se v dnešní době stále častěji setkáváme se snahou vytvářet patřičné simulace sportovních chráničů, jako je ukázáno v (Fornells et al. (2016)). Ačkoliv je tento trend významný z hlediska úspory času a především financí, vyžaduje podrobnou znalost geometrie, zatížení a především mechanického chování použitých materiálů. Pouze v takovém případě je možné vyhodnotit konkrétní návrh jako nevyhovující jen za použití numerické simulace.

Aby bylo možné získat opravdu spolehlivý materiálový model, je potřeba provést značné množství experimentů. Bohužel i tyto experimenty mohou být ovlivněny mnoha faktory, jako jsou například tvar použitého vzorku, způsob zatěžování nebo vliv teploty.

Cílem této práce bylo otestovat ramenní chrániče motocyklistů při větších zatíženích, než je běžné pro standardní zkoušky, a zároveň vyšetřit vliv teplot na mechanické vlastnosti chrániče. Z tohoto důvodu byla provedena řada experimentálních měření, která posloužila jako zdroj dat pro identifikaci parametrů vhodného materiálového modelu. Posléze byly vytvořeny odpovídající simulace provedených experimentů se zvoleným materiálovým modelem, jehož jednotlivé návrhy byly vyhodnocovány na základě cílové funkce. Výsledný model byl validován srovnáním provedené části standardní zkoušky chrániče a tomu odpovídající simulace. Dále byl proveden experiment, jenž měl za cíl porovnat různé tlumicí materiály.

2 Identifikace materiálových parametrů

Jako první byly provedeny experimenty, které posloužily jako zdroj cílových dat. Za vhodný experiment byla zvolena pádová zkouška, ta se nejvíce přibližuje skutečnému zatížení jak při standardní zkoušce, tak při samotné dopravní nehodě.

Pro experiment byl použit razník s plochou ocelovou hlavou o váze 5,25 kg. Během experimentu byly zaznamenávány hodnoty přenesené síly, posunutí razníku a zrychlení razníku.

Pádová zkouška byla provedena pro šest dopadových rychlostí $v = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$ m $\cdot$ s^{-1}. Experiment byl proveden pro tři teploty vzorku, jednalo se o $T = \{22, 40, 50\}$ °C.

Následně byly vytvořeny simulace odpovídající provedeným experimentům s materiálovým

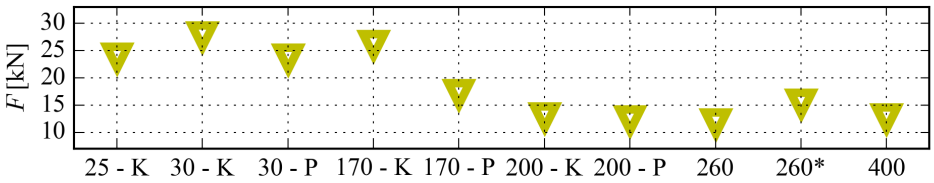
[1] student navazujícího studijního programu Počítačové modelování v inženýrství, obor Výpočty a design, e-mail: kanaksan@students.zcu.cz
[2] akademický pracovník, Katedra mechaniky, e-mail: kottner@kme.zcu.cz
[3] vědecko-výzkumný pracovník, Nové technologie, e-mail: tomasz@ntc.zcu.cz

modelem *low-density foam*. Simulace byly vytvořeny parametricky v jazyce Python pro studentskou verzi softwaru Abaqus CAE verze 6.14.

Dále bylo přistoupeno k identifikaci parametrů materiálového modelu. Pro identifikaci byl použit software optiSlang 3.0. Získaný materiálový model byl dále aplikován na simulaci provedené části standardní zkoušky dle části normy ČSN EN 1621-1 pro teploty $T = \{22, 40, 50\}$ °C.

3 Srovnání chráničů

Dalším cílem bylo porovnat mechanické vlastnosti chráničů s různým tlumicím materiálem. Srovnání bylo provedeno na základě realizace experimentu dle části normy ČSN EN 1621-1. Testované chrániče používaly jako hlavní tlumící prvek různé druhy pěn. Srovnání maximálních sil v závislosti na hustotě použité pěny a případné krycí vrstvě z papíru (P) nebo kůže (K) je zobrazeno na obrázku 1. Pěna o hustotě 260 kg · m^{-3} se ukázala jako nejlepší.



Obrázek 1: Srovnání chráničů - maximální síly

4 Závěr

Tuhost pěny významně klesá v závislosti na teplotě, což má zásadní vliv na velikost maximálního stlačení pěny a velikost přenesené síly, která je klíčovým hlediskem pro splnění požadavků standardní zkoušky. Experimentální data byla použita pro identifikaci materiálových parametrů. Získaný materiálový model je vhodný pro popis rázových zkoušek chráničů a tedy i simulaci skutečných nehod. Model podchycuje vliv teploty na přenesenou sílu v závislosti na hodnotě dopadové rychlosti. Pěna o hustotě 260 kg · m^{-3} se ve srovnání s jinými běžně dostupnými materiály používanými v chráničích motocyklistů ukázala jako nejlepší tlumicí prvek.

Poděkování

Tato práce byla podpořena z projektu SGS-2019-002 „Biomechanické modely lidského těla, biologických tkání a biomechanických procesů s aplikací v průmyslu a medicíně".

Literatura

Ministerstvo dopravy ČR (2019) *BESIP: Teplé počasí přineslo zahájení motorkářské sezóny, motocyklisté patří mezi nejohroženější.* Dostupné: `https://www.mdcr.cz/Media/Media-a-tiskove-zpravy/BESIP-Teple-pocasi-prineslo-brzke-zahajeni-motork` [Přistoupeno 19. 5. 2019].

Erdogan, M., Sogut, O., Colak, S., Ayhan, H., Ahmet Afacan, M., Satilmis, D. (2013) Roles of Motorcycle Type and Protective Clothing in Motorcycle Crash Injuries. *Emergency Medicine International*, Volume 2013, Article ID 760205.

Fornells, A., Parera, N., Azpeitia, J. A., Ferris, S., Alba, J. J. (2016) Kid-shell: Safety System Protection for Child Passengers Travelling on Powered Two-wheeled Vehicles. *Proceedings, 6th Transport Research Arena*. Warsaw, pp. 3886-3904.