

ZPOMALENÍ AUTOMOBILŮ A SLOŽENÍ GUMOVÉ SMĚSI PROTEKTOROVANÝCH PLÁŠŤŮ

Příspěvek z mezinárodní konference absolventů studia technického znanectví, odborná sekce Analýza dopravních nehod, oceňování vozidel, strojů a zařízení. Kongresové centrum Brno, leden 2004.

1. ÚVOD

Zveřejněné výsledky zkoušek ukazují, že zpomalení automobilů závisí na mnoha faktorech. Podle názoru autorů referátu bylo zásadním úkolem určení vlivu složení gumové směsi protektorovaných plášťů na dosažené zpomalení automobilů.

2. ÚČEL ZKOUŠEK

Účelem zkoušek bylo:

- určení vlivu složení protektorové směsi a druhu dezénu u protektorovaných plášťů na dosažené zpomalení s ohledem na stav povrchu vozovky (suchá a mokrá), činnost systému ABS a rovněž rychlost automobilu,
- srovnání parametrů dosahovaných protektorovanými pláštěmi a identických parametrů získaných pro originální pláště.

3. PODMÍNKY ZKOUŠEK

Zkoušky byly prováděny na rovném a hladkém asfaltovém povrchu při teplotě vzduchu přibližně 28 °C. Před zkouškami na mokru byl povrch poléván příslušným množstvím vody.

4. PŘEDMĚT ZKOUŠEK

Zásadní zkoušky byly provedeny na automobilu Alfa Romeo 156 2.4 JTD z roku 2000, který měl najeto přibližně 197 000 km. Srovnávací zkoušky pro originální pláště Michelin 185/60 R15

Tab. 1. Soupis plášťů podle druhu protektoru a výrobce směsi.

Druh protektoru	Název směsi (výrobce)
XH1	Markgum
	Avon
	Kabat
Pilot Sport	Markgum
	Hosaja
	Kabat
Continental	Avon 2
MXT	Markgum

Tab. 2. Soupis plášťů podle tvrdosti gumy podle Shoreovy stupnice.

Název směsi (výrobce)	Tvrdost °Sh
Avon 2	58°
Markgum	61°
Avon	62°
Hosaja	62°
Kabat	62°

Tab. 3. Snímky vzorků protektorů plášťů využitých při zkouškách.



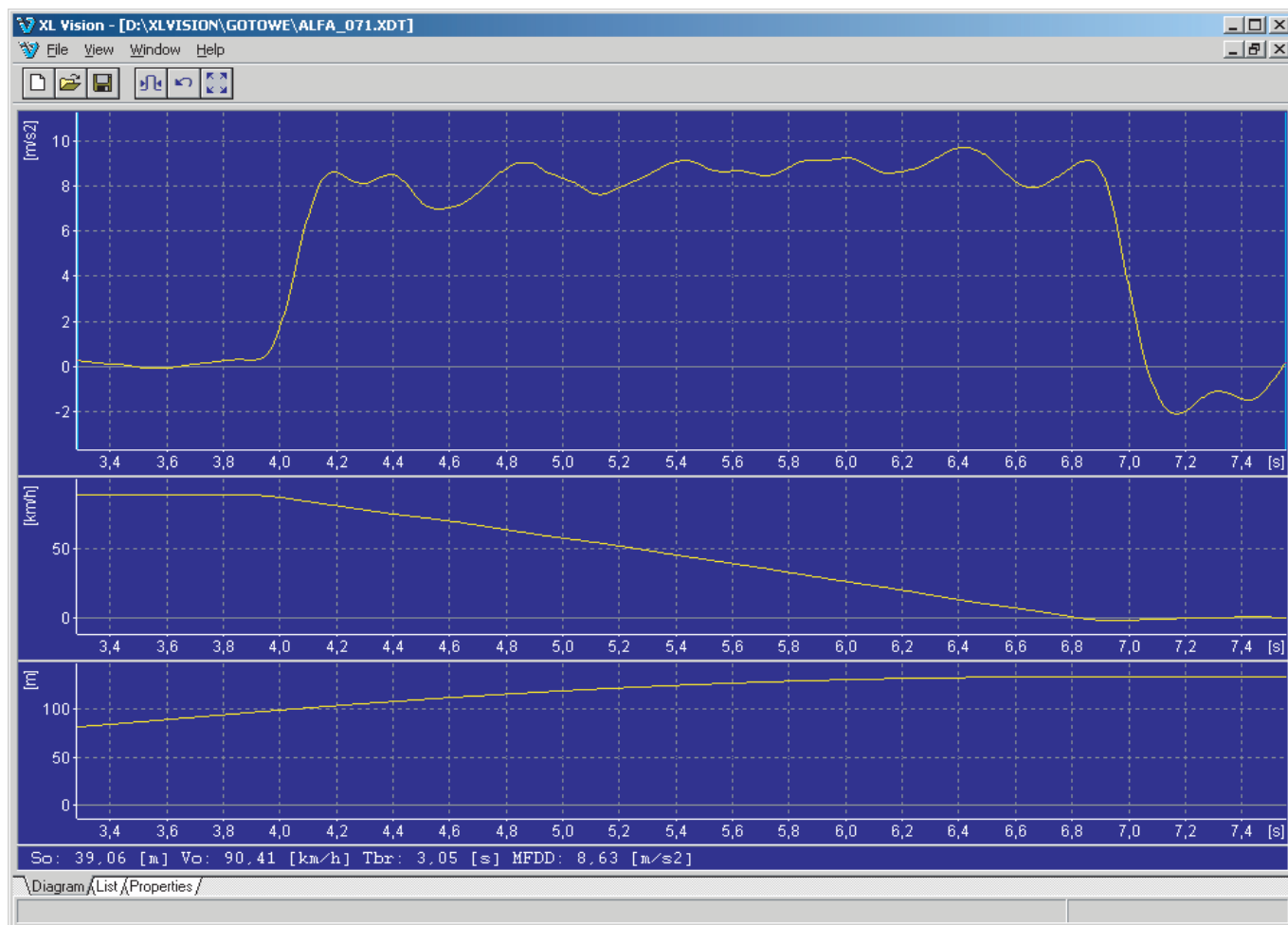
s dezémem XH1 byly provedeny na automobilu Renault Mégane Classic 1.6 16V z roku 2002, který měl najeto přibližně 13 000 km. Oba automobily byly od výrobce vybaveny systémem ABS. Při zkouškách byly automobily zatíženy dvěma osobami.

5. MĚŘICÍ ZAŘÍZENÍ

K měření zpomalení vozidel bylo použito zařízení XL-Meter Pro Alfa firmy Inventure Automotive Electronics Inc. Přístroj XL-Meter umožňuje měření zpomalení na odpovídající úrovni přesnosti a dále přenos výsledků do PC. Jako výsledek měření lze tedy na displeji z tekutých krystalů (LCD) získat nejen hodnotu průměrného brzdného zpomalení, ale rovněž počáteční rychlost, brzdnou dráhu a čas brzdění (vypočteno pomocí algoritmu zařízení). Hlavní parametry přístroje XL-Meter jsou uvedeny v tab. 4. Kromě číselných hodnot měřených parametrů, které se zobrazují na displeji zařízení, jsou získané výsledky přenášeny do počítače pomocí rozhraní RS-232.



Obr. 1. Přístroj XL-Meter Pro Alfa firmy Inventure Automotive Electronics Inc.



Obr. 2. Záznam brzdné zkoušky rekonstruovaný v programu XL-Vision.

Přístroj byl připevněn zevnitř na přední sklo pomocí speciálního držáku a přísavky.

Na displeji přístroje XL-Meter a v okně programu XL-Vision (obr. 2) byly zobrazovány následující hodnoty:

- $S [m]$ – vzdálenost projetá v průběhu brzdné zkoušky,
- $V [km/h]$ – rychlost na počátku brzdění,
- $T [s]$ – čas mezi začátkem a koncem brzdění,
- $MFDD$ – hodnota průměrného zpomalení definovaného dle ECE č. 143 a ECE 71/320.

$$MFDD = \frac{v_B^2 - v_A^2}{25,92 \cdot (S_B - S_A)}$$

kde:

$$v_B = 0,8 v,$$

$$v_A = 0,1 v,$$

$S_B - S_A$ – vzdálenost projetá při brzdění z rychlosti v_B do rychlosti v_A .

Tabulka 4. Parametry přístroje XL-Meter

Počet měření (zapamatovatelných)	3
Maximální čas měření	$3 \times 40 [s]$
Kmitočet vzorkování	200 [Hz]
Rozsah měření zpomalení	$-12,7 \div +12,7 [m/s^2]$
Přesnost měření	0,1 $[m/s^2]$

6. VÝSLEDKY ZKOUŠEK

Bylo provedeno 125 měření, která byla zahrnuta v souhrnném přehledu výsledků. Pro každou zkoušku byl vytištěn protokol o zkoušce (obr. 3), v němž byl kromě jiného uveden vzorek protektoru a směs, ze které byl protektor vyroben a dále stav povrchu vozovky. V diagramech jsou uvedeny průběhy: zpomalení, rychlosti a vzdálenosti jako funkce času. Pod diagramy jsou uvedeny hodnoty vypočtené v programu XL-Vision: brzdná dráha, počáteční rychlost, brzdný čas a průměrné brzdné zpomalení (MFDD).

Bylo pořízeno pět souhrnných přehledů podle snižující se hodnoty zpomalení (viz obr. 4 až 8).

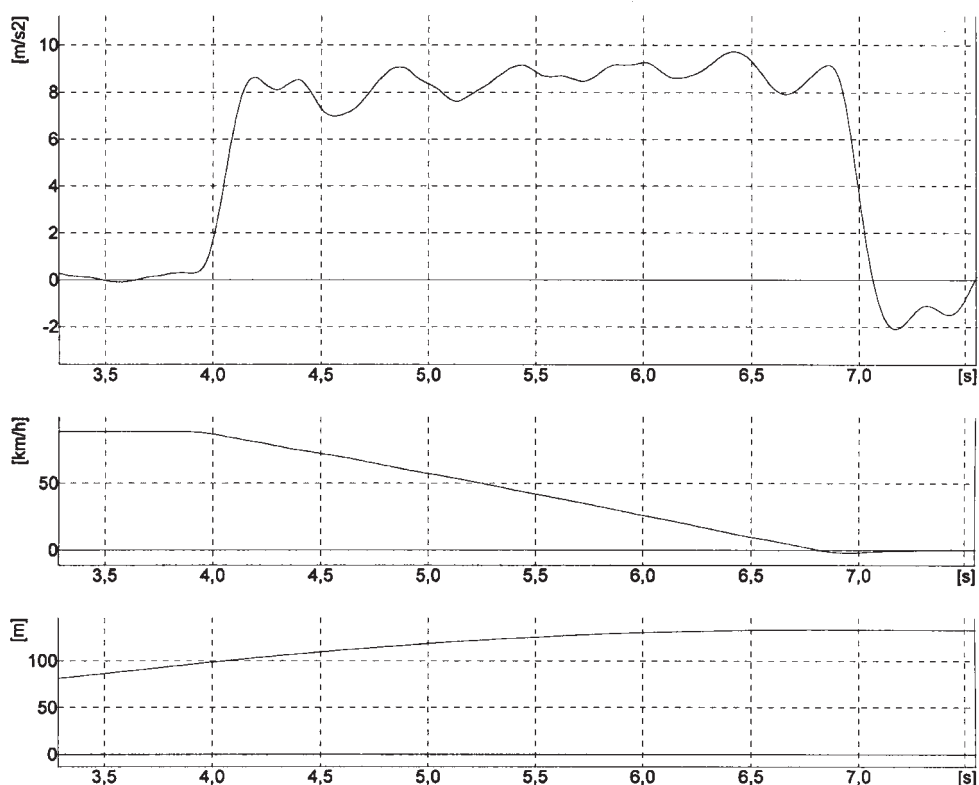
V rámci prováděných zkoušek byl rovněž proveden pokus o ověření hypotézy, která tvrdí, že zdršňování pláště zásadním způsobem ovlivňuje zvýšení přilnavosti pláště k vozovce. Získané výsledky zkoušek, které jsou uvedeny v grafické formě na obr. 9, tuto hypotézu nepotvrdily. Pouze při brzdění automobilu se zapojeným systémem ABS na mokré vozovce činil rozdíl mezi dosahovanými zpomaleními $0,4 m/s^2$. Ve zbývajících případech tento rozdíl nepřekračoval $0,2 m/s^2$. V těchto případech bylo tedy zvýšení zpomalení po zdršnění pláště tak nepatrné, že je nebylo možné považovat za relevantní. Na obr. 10 je uvedena fotografie ilustrující vzhled protektoru pláště bezprostředně po zdršnění.

Všeobecně se předpokládá, že při brzdění se zapojeným systémem ABS vůbec nevznikají brzdné stopy a pokud už vzniknou,

Raport pomiarowy

Inventure - XL Meter Pro

Nazwa pliku	ALFA_071.XDT
Opis	Badanie opon bieżnikowanych
Wykonawca	IES
Miejsce badania	Bednary
Data badania	24.07.2003 r.
Samochod	Alfa Romeo 156
Szczegolowy opis opon	Wzór bieżnika - PILOT SPORT; mieszanka - HOSAJA
Roz. opon	205/60R15
ABS	TAK
Pogoda	SUCHO
Uwagi	



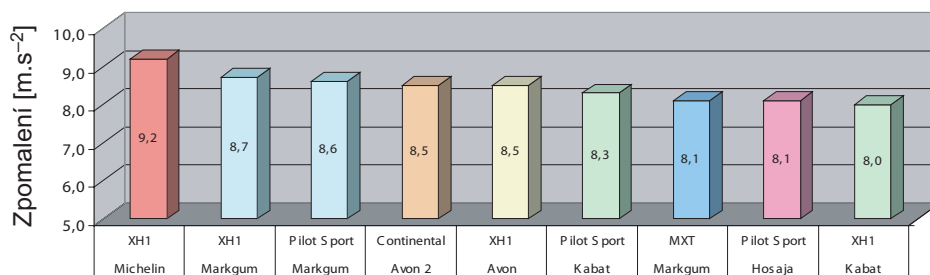
Droga hamowania (S)	39,06 [m]
Predkosc pocz. (V)	90,41 [km/h]
Czas hamowania (T)	3,05 [s]
MFDD	8,63 [m/s ²]

Protokol o zkoušce

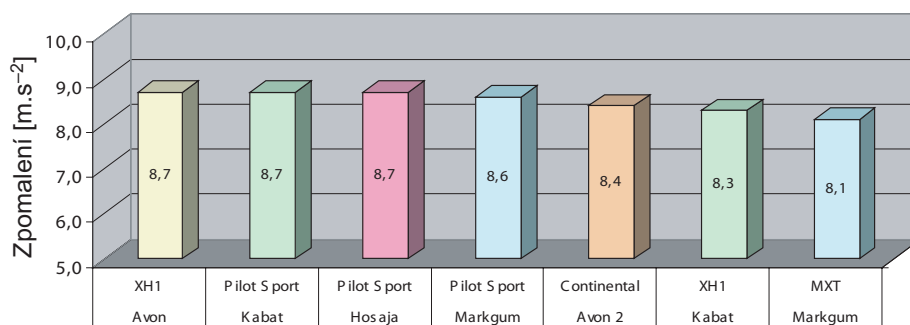
Název souboru:	ALFA_071.XDT
Popis:	Zkouška pneumatik
Výrobce:	IES
Místo zkoušky:	Bednary
Datum zkoušky:	24. 7. 2003
Automobil:	Alfa Romeo 156
Podrobný popis pláštů:	Vzor protektoru – PILOT SPORT; směs – HOSAJA
Rozměr pláštů:	205/60R15
ABS:	ano
Počasí:	sucho
Poznámky:	
Brzdná dráha (S):	39,06 [m]
Poč. rychlost (V):	90,41 [km/h]
Brzdný čas (T):	3,05 [s]
MFDD:	8,63 [m/s ²]

Obr. 3. Protokol o jedné ze zkoušek.

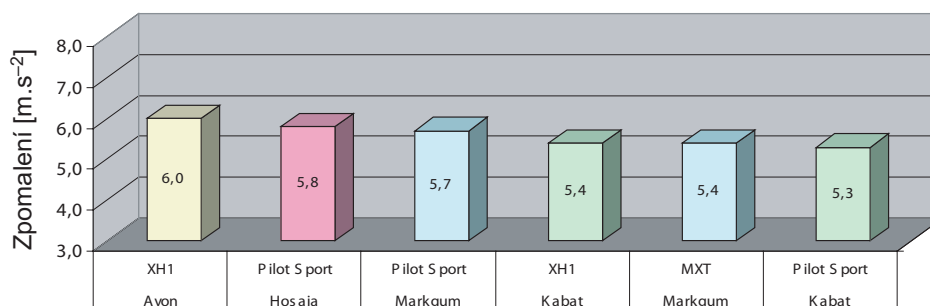
Motorová vozidla



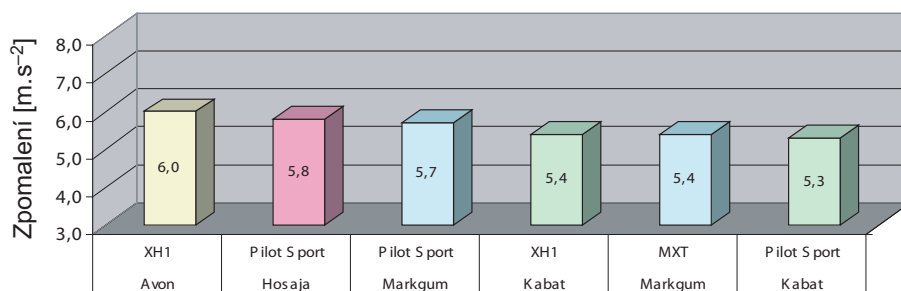
Obr. 4. Srovnání výsledků zpomalení na suchém povrchu vozovky s počáteční rychlostí 60 km/h se zapojeným systémem ABS.



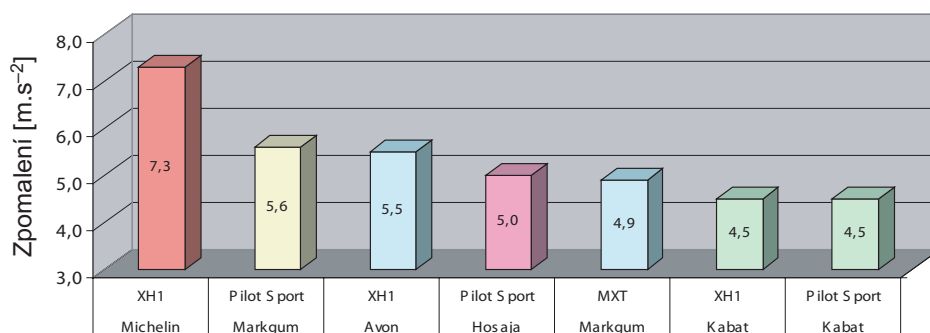
Obr. 5. Srovnání výsledků zpomalení na suchém povrchu vozovky s počáteční rychlostí 90 km/h se zapojeným systémem ABS.



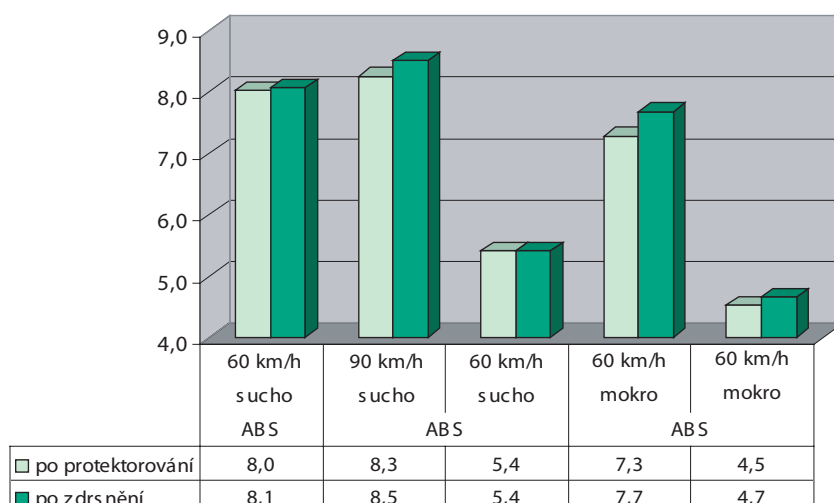
Obr. 6. Srovnání výsledků zpomalení na mokřém povrchu vozovky s počáteční rychlostí 60 km/h se zapojeným systémem ABS.



Obr. 7. Srovnání výsledků zpomalení na suchém povrchu vozovky s počáteční rychlostí 60 km/h s odpojeným systémem ABS.



Obr. 8. Srovnání výsledků zpomalení na mokřém povrchu vozovky s počáteční rychlostí 60 km/h s odpojeným systémem ABS.



Obr. 9. Srovnání výsledků zpomalení na suché a mokré vozovce při rychlosti 60 km/h a 90 km/h před zdrsněním a po zdrsnění pláští.

jsou velmi nevýrazné a mají přerušovaný charakter. Při brzdění na čistém podkladu s automobilem vybaveným originálními pláští brzdné stopy v podstatě nevznikají nebo jsou jen nepatrné. Provedené brzdné zkoušky s protektorovanými pláští tuto obecnou zásadu potvrzují, ale pouze pod podmínkou, že jde o pláště ze směsi zajišťující dobrou přilnavost. V případě pláští ze směsi, jejíž

Tvrdość gumy protektorů pláští byla označena pomocí Shoreova tvrdoměru a je uvedena v tab. 2. Analýza získaných hodnot tvrdosti ve vztahu k dosahovaným hodnotám zpomalení neprokázala závislost mezi tvrdostí gumy protektoru a dosahovanými hodnotami zpomalení. Viditelně nižší tvrdost směsi Avon 2 vyplývala ze skutečnosti, že se jedná o směs určenou k výrobě zimních pláští.



Obr. 10. Protektor pláště po zdrsnění.



Obr. 11. Brzdné stopy získané při brzdění na pláštích s protektorem vyrobeným ze směsi Kabat se zapojeným systémem ABS.

přilnavost byla výrazně nižší, vznikaly při brzdění se zapojeným systémem ABS nepřerušované brzdné stopy (obr. 11), které bylo prakticky nemožné odlišit od brzdných stop automobilu bez systému ABS (obr. 12).

Při srovnávání stop získaných při brzdění totožného automobilu na stejném povrchu lze zjistit rozdíly ve vzhledu těchto stop. Brzdné stopy s odpojeným systémem ABS jsou více zřetelné (obr. 12) v porovnání se stopami získanými se zapojeným systémem ABS (obr. 11). Při analýze stop na obr. 11, by bylo možné konstatovat, že to jsou stopy vozidla, které nebylo vybaveno systémem ABS, zvláště s ohledem na to, že na těchto stopách nejsou patrné charakteristické znaky působení systému ABS, tj. přerušování plynulosti brzdných stop.



Obr. 12. Stopy po blokování kol získané při brzdění na pláštích s protektorem vyrobeným ze směsi Kabat s odpojeným systémem ABS.



Obr. 13. Pláště po brzdění bez zapojeného systému ABS.

Při brzdění bez zapojeného systému ABS dochází již při rychlosti 90 km/h k rychlému ničení protektoru, jehož stav je znázorněn na obr. 13.

7. ZÁVĚRY VYPLÝVAJÍCÍ Z PROVEDENÝCH ZKOUŠEK

Na základě srovnání získaných hodnot zpomalení lze vyvodit následující závěry:

1. Ve všech případech, v nichž byly provedeny srovnávací zkoušky s originálními pláštěmi, byly hodnoty zpomalení pro tyto pláště vyšší než hodnoty zpomalení získané pro protektorované pláště.
2. Při zapojeném systému ABS na suché a mokré vozovce byl rozdíl mezi hodnotami zpomalení pro originální a nejlepší protektorované pláště minimální a činil od 0,1 m/s² do 0,5 m/s².
3. Na suché vozovce se zapojeným systémem ABS jak pro rychlost 60 km/h tak 90 km/h nepřekračoval maximální rozdíl mezi hodnotami zpomalení pro různé typy protektorovaných pláští 0,7 m/s². Zásadní vliv na rozdíly dosažených hodnot zpomalení mělo složení směsi, ale ne druh vzorku běhounu protektoru. Například pro totožný dezén protektoru XH1 vypadají dosažené hodnoty zpomalení v závislosti na směsi následovně: Markgum 8,7 m/s², Avon 8,5 m/s² a Kabat 8,0 m/s².
4. Na mokré vozovce se zapojeným systémem ABS byl rozdíl v dosaženém zpomalení mezi nejlepšími a nejhoršími pláštěmi zásadní a činil 1,4 m/s². Rovněž v tomto případě mělo na tento rozdíl zásadní vliv složení směsi. Pro totožný dezén protektoru Pilot Sport činilo průměrné zpomalení: u směsi Markgum 8,2 m/s², u směsi Hosaja 8,1 m/s² a u směsi Kabat pouze 7,7 m/s².
5. S odpojeným systémem ABS na mokré vozovce činil rozdíl mezi zpomalením naměřeným pro originální pláště a nejlepší protektorované pláště 1,7 m/s². Tak velký rozdíl mezi hodnotami dosaženého zpomalení byl způsoben nejen parametry pláští, ale také průběhem samotného brzdného procesu – viz bod 9 Poznámky. Rozdíl dosažených zpomalení mezi jednotlivými protektorovanými pláštěmi činil 1,1 m/s².

6. Při brzdných zkouškách bez ABS na suché vozovce nepřekračovaly hodnoty rozdílů dosaženého zpomalení mezi protektorovanými pláštěmi 0,7 m/s².
7. Zdrsnování pláští ovlivňuje dosažované hodnoty zpomalení pouze minimálně.
8. Nebyla zjištěna závislost mezi tvrdostí gumy měřené podle Shoreovy stupnice a získanými hodnotami zpomalení.

8. POZNÁMKY

1. Vzhledem k tomu, že srovnávací testy byly provedeny na automobilu jiné značky, mohou být rozdíly mezi dosaženým zpomalením pro originální a protektorované pláště zatíženy chybou vyplývající z odlišné konstrukce brzdného systému obou vozidel. Tato chyba se může zvláště projevovat při brzdných zkouškách s odpojeným systémem ABS, neboť odpojení systému ABS u automobilu Renault Megane mělo za následek blokování všech čtyř kol, zatímco u automobilu Alfa Romeo pouze předních kol (na zadních kolech působil omezovač brzdných sil). Nelze vyloučit, že rovněž při brzdění se zapojeným systémem ABS existuje nepatrný rozdíl v dosažených hodnotách zpomalení, který však vyplývá pouze z odlišné konstrukce brzdného systému obou vozidel.
2. Autoři si uvědomují existenci jevu založeného na snížení brzdného efektu v souvislosti s nárůstem teploty součástí brzdného systému (tzv. fadding). Vzhledem k plánovanému počtu zkoušek a omezené době určené k jejich provedení rezignovali autoři na prodlužování přestávek mezi zkouškami za účelem ochlazení třecích součástí. Ve snaze omezit vliv faddingu na dosažené výsledky byly zkoušky pro každou sadu pláští prováděny ve stejném pořadí, a díky tomu není porovnání získaných výsledků pro stejné podmínky zatíženo chybou vyplývající z případného snížení brzdného výkonu při následujících zkouškách.

9. REKAPITULACE VÝSLEDKŮ

Lze konstatovat, že na mokré vozovce se zapojeným systémem ABS protektorované pláště s „dobrým“ složením směsi nejsou z hlediska dosahovaných hodnot zpomalení horší než originální pláště. Na suché vozovce při zapojeném systému ABS je rozdíl hodnot zpomalení dokonce i v případě „dobrého“ složení směsi již značný a činí 0,5 m/s².

Při vzájemném porovnání protektorovaných pláští je možné říci, že rozdíly v dosahovaných hodnotách zpomalení jsou mezi nimi značné (až 1,4 m/s²) a vyplývají především ze složení směsi, z níž je protektor vyroben. Proto je možné doporučit protektorování pláští pouze pomocí tzv. „dobrých“ směsí.

Na příkladu byl demonstrován vliv rozdílů v dosahovaných zpomaleních na rychlost automobilu pro různé protektorované pláště. Na mokré vozovce při brzdění automobilu se zapojeným systémem ABS z rychlosti 90 km/h může v případě rozdílu ve zpomalení 1,4 m/s² činit rozdíl brzdné dráhy 7,3 m. To znamená, že v místě, v němž by se zastavil automobil dosahující většího zpomalení, by měl automobil s menším zpomalením ještě rychlost asi 37 km/h.

Barevné ilustrace ke článku jsou na druhé straně obálky.