



SOUBOR POKROČILÝCH FUNKČNÍCH ZKOUŠEK PRO ASFALTOVÁ POJIVA, VČETNĚ JEJICH VALIDACE

Zpracovali: doc. Dr. Ing. Michal Varaus, Ing. Petr Hýzl, PhD., RNDr. Svatopluk Stoklásek, Ing. Petr Pácha (Fakulta stavební VUT v Brně)

Souhrn

Asfaltová pojiva jsou komplexní materiály s komplexní odezvou na velikost zatížení v čase a při dané teplotě jsou determinované viskoelastickými vlastnostmi, které se projevují za normálních podmínek při použití v hutněných asfaltových vrstvách pozemních komunikacích.

Pro zkoušení asfaltových směsí se vyvinuly empirické zkušební metody, které umožňovaly klasifikovat, třídít a predikovat jejich vlastnosti a způsob použití. Nejznámějšími zkouškami tohoto typu je zkouška kroužkem, kuličkou a penetrace. Tyto zkoušky se vzhledem ke své jednoduchosti a nenáročnosti používají dodnes. Celý systém zkušebnictví a posuzování asfaltů v sobě zahrnuje celou paletu postupně se vyvíjejících zkoušek empirického charakteru.

Zcela zásadní kvalitativní skok však znamenal vládní výzkumný program SHRP (80. léta USA), jenž byl iniciován a financován americkou vládou a zahrnoval jako integrální součást vývoj nových funkčních zkušebních metod, umožňující zkoušet asfaltové materiály sofistikovanějšími metodami a zároveň zohlednit způsob použití těchto materiálů. To byla hlavní myšlenka programu SHRP „Strategic Highway Research Program“ [9] – zavést funkční kritéria (SPB - performance-based specification), jež jsou jednotná pro všechny varianty použití, neboť pouze se mění vnější podmínky pro jejich dosažení (teplota, zatížení a podobně). Finálním produktem aplikovaného výzkumu programu SHRP byl systém Superpave® (Superior Performance Asphalt Pavements), jenž byl navržen, aby poskytoval funkčně orientované signální vlastnosti, jež jsou racionálně propojeny s výkonností asfaltových vrstev ve skutečné vozovce [10].

Oblast použití

Analýza souboru pokročilých funkčních zkoušek pro asfaltová pojiva bude použita při návrhu a vývoji asfaltových pojiv, případně bude sloužit jako podklad pro stanovení základní metodiky měření a

posuzování asfaltových pojiv pomocí funkčních zkoušek.

Metodika a postup řešení

Všecké dostupné informace z odborných článků, publikací a odborných knih jsou sepsány do několika kapitol. První kapitola pojednává o „DSR reometru“, kde autoři popisují přístroj a dynamickou mechanistickou analýzu, druhá kapitola popisuje stanovení limitní komplexní viskozity při nízkých frekvencích jako vnitřní vlastnosti asfaltových pojiv pomocí přístroje DSR, třetí kapitola se zaměřuje na test MSCRT (Multiple Stress Creep – Recovery test). Další kapitoly budou zaměřeny na problematiku únavy, healingu a zkoušení asfaltového mastixu.

Výsledky

V období roku 2013 byla v rámci dílčí části projektu „Soubor pokročilých funkčních zkoušek pro asfaltová pojiva, včetně její validace“ řešena analýza dostupných materiálů ohledně DSR reometru, kdy se předpokládá využití přístroje pro funkční zkoušky asfaltových pojiv, především pro provádění tří základních zkoušek. Jedná se o oscilační zkoušky viskoelastických vlastností na geometrii, deska/deska, které jsou prováděny s malým aplikovaným přetvořením nebo napětím, aby probíhaly v lineární oblasti, zkoušky jsou standardizovány podle ČSN EN 14 770 [8]. Dále se jedná o rotační zkoušky viskozity na geometrii kužel/deska a zkoušky smykového dotvarování s geometrií deska/deska („creepové zkoušky“).

Podrobná zpráva obsahuje popis dynamického smykového reometru („DSR“), dynamickou mechanistickou analýzu, reprodukovatelnost, opakovatelnost a round robin test u DSR. Dále obsahuje jednotlivé koherence DMA – DSR metod k ostatním zkušebním metodám, konkrétně se jedná o koherenci k BBR, koherenci DSR s penetračním indexem, koherenci DSR s modulem tuhosti pojiva podle van Poela a koherenci DSR komplexního modulu tuhosti s viskozitou.

Druhá kapitola pojednává o stanovení komplexní dynamické viskozity asfaltového pojiva při nízkém a nulovém smyku. Předpokládá se, že tyto hodnoty budou korelovat s hodnotami trvalých deformací na vozovce. Smyk je aplikován v creepovém uspořádání na geometrii deska-deska a deformace probíhá tak pomalu, že pseudoplastický materiál má možnost se přizpůsobit rovnovážnému stavu. Viskozita se v takovém případě blíží určité limitní hodnotě (ZSV) představující vnitřní vlastnost materiálu. ZSV asfaltových pojiv má ze své fyzikální podstaty vždy stejnou nebo větší hodnotu oproti těm viskozitám, které byly dosaženy při vyšších smykových rychlostech. Na základě zákonitosti měření ZSV je doporučená oblast přijatelných hodnot ohraničena limitními body 0,1 kPa.s až 50 kPa.s [2]. Firma Shell [3] porovnávala celkem 10 různých asfaltových pojiv, z toho bylo 5 pojiv modifikovaných polymerem. Při analýze hodnot stanovených ZSV bylo zjištěno, že přestože mnohé metody vykazují na zestárlém pojivu zúžení rozptylu výsledků, ZSV metoda neposkytuje po RTFOT simulovaném stárnutí [4] pokles variačního koeficientu. Z diagramu je vidět, že metoda je vhodná pro nemodifikované silniční asfalty, ale variační koeficient (COV) pro polymerem modifikovaná pojiva je už v tomto případě příliš velký, aby získané údaje měly dostatečně validní vypovídající hodnotu. Oficiálně jsou hodnoty opakovatelnosti a reprodukovatelnosti uvedeny v normě ČSN EN 15 325 [2] pro různě viskózní pojiva.

Další studovanou zkouškou posuzující vznik plastických deformací je zkouška MSCR – Multiple Stress Creep Recovery Test. V testu MSCR je předpoklad, že postihne vlastnosti pojiva i v nelineární oblasti zátěžové odezvy a umožňuje identifikovat pojiva, která jsou nadměrně citlivá na zatížení právě v nelineární oblasti. MSCR umožňuje lépe rozlišit disipovanou energii podmínek cyklického zatěžování [1]. Pokud se zkouška MSCR provádí v rámci specifikace asfaltových pojiv „Superpave-PG“, tak se uskutečňuje na RTFOT zestárlém pojivu. Výsledky testů MSCRT mají mnohem lepší vypovídající schopnost o dění v reálných asfaltových vrstvách na vozovce, pokud máme na mysli trvalé plastické deformace. Jedna z veličin, které poskytuje MSCRT test, se nazývá J_{nr} – nevratná smyková poddajnost. Pokles hodnoty této veličiny na polovinu se projeví odpovídající redukcí skutečné hloubky vyjetých kolejí na vozovce rovněž přibližně o polovinu [5]. Hned od počátku bylo zjevné, že MSCR test pravděpodobně v budoucnosti eliminuje dosud používané zkoušky pro oblast horních teplot v systému PG. MSCR test je standardizován pouze podle specifikace AASHTO

[6] a ASTM [7], ale transformace do evropských norem bude brzy následovat.

V závěru studie z roku 2013 je uvedeno doporučení, které z funkčních zkoušek asfaltových pojiv a v jakém režimu se navrhuje provést v podmínkách ČR.

Literatura

- [1] R.B. McGennis: "Background of SUPERPAVE asphalt mixture design and analysis", Federal Highway Administration a the National Technical Information Service, 1994.
- [2] ČSN P CEN/TS 15325: "Asfalty a asfaltová pojiva – Stanovení viskozity při nulovém smyku v režimu pomalého toku smykovým reometrem (SSR)", červenec 2008.
- [3] S. Nigen-Chaidron: "Rheological Quantification of Bituminous Binders for Specification Purposes", proceedings of 4th Euraspalt & Eurobitume Congress, Copenhagen, paper 402-019, 2008.
- [4] ČSN EN 12607-1: "Asfalty a asfaltová pojiva - Stanovení odolnosti proti stárnutí vlivem tepla a vzduchu - Část 1: Metoda RTFOT", říjen 2007.
- [5] B. Horan: „Multiple Stress Creep Recovery (MSCR) Task Force“, SEAUPG Annual Meeting, November 17, 2011, <http://>.
- [6] AASHTO TP70: "Standard Method of Test for Multiple Stress Creep Recovery (MSCR) Test of Asphalt Binder Using a Dynamic Shear Rheometer (DSR)". American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, D.C., 2009.
- [7] ASTM D7405-08 Standard Test Method for Multiple Stress Creep and Recovery (MSCR) of Asphalt Binder Using a Dynamic Shear Rheometer, 2008.
- [8] ČSN EN 14770 Asfalty a asfaltová pojiva - Stanovení komplexního modulu ve smyku a fázového úhlu - Dynamický smykový reometr (DSR), prosinec 2012.
- [9] T.W. Kennedy, R.J. Cominsky, E.T. Harrigan, R.B. Leahy: „SHRP Asphalt Research Program: 1990 Strategic Planning Document“, SHRP-A/ UWP-90-007, National Research Council, Washington D.C., 1990.
- [10] R.B. McGennis: "Background of SUPERPAVE asphalt mixture design and analysis", Federal Highway Administration a the National Technical Information Service, 1994.