

Sledování mechanických a provozních vlastností pryžových dopravních pásů

RNDr. Helena Valentová, Ph.D.¹, doc. RNDr. Jan Nedbal, CSc.¹, RNDr. Milan Neubert^{2,3}, RNDr. Jaroslav Jochman³

¹Univerzita Karlova v Praze, Matematicko-fyzikální fakulta, Katedra makromolekulární fyziky, Praha, helena.valentova@mff.cuni.cz

²VVV VÝCHOD, spol. s r.o., Most, neubert@vvvmost.cz

³VVV MOST spol. s r.o., Most, jochman.jaroslav@vvvmost.cz

Přijato: 20. 10. 2011, recenzováno: 14. a 18. 11. 2011

Abstrakt

V práci jsou srovnána měření tvrdosti a dynamických mechanických vlastností pryžových krycích vrstev prováděná na pásích nových a na pásích dlouhodobě namáhaných v odlišných provozních podmínkách. Příspěvek ukazuje, že vedle všeobecného stárnutí může hrát významnou roli i interakce pryže dopravních pásů s přepravovaným materiálem. Změny fyzikálních vlastností pryžových krycích vrstev se pak projevují především ve střední části horní krycí vrstvy, která je s přepravovaným materiálem ve styku. Autoři ukazují, že provozem indukované změny Youngova modulu a tvrdosti horní krycí vrstvy mohou silně ovlivňovat mechanické chování pásu jako celku a tím kriticky měnit jeho provozní vlastnosti. Příspěvek končí doporučením provozovatelům pásové dopravy věnovat zvýšenou pozornost specifikaci pořizovaných dopravních pásů a jejich odborné přejímce.

Mechanical and working properties of rubber conveyor belts

The paper compares the measurements of hardness and dynamic mechanical properties of rubber cover layers performed on new belts and on belts exposed to different operating conditions over a long period. The results show that the interaction of rubber conveyor belts with the shipped material may play an important role in addition to the general aging. Changes in physical properties of rubber cover layers are then manifested mainly in the central part of the top cover layer which is in contact with transported material. The authors demonstrate that operation-induced changes in Young modulus and hardness of the top cover layer can heavily influence the mechanical behavior of the conveyor belt as a whole, and thus critically alter its operational characteristics. Finally, some recommendations to belt transport operators are presented, such as paying an increased attention to the specification of acquired conveyor belts and to their professional taking delivery.

Verfolgung mechanischer und Betriebseigenschaften der Gummibandförderer

In der Arbeit werden Härtemessungen und Messungen dynamisch mechanischen Eigenschaften von Gummideckschichten verglichen, die auf neuen Bändern sowie auch auf den langfristig beanspruchten Bändern unter unterschiedlichen Betriebsbedingungen vorgenommen wurden. Der Beitrag zeigt, dass neben der allgemeinen Alterung eine bedeutende Rolle auch die Interaktion der Gummi von Transportbändern mit dem zu transportierendem Material spielen kann. Änderungen der physikalischen Eigenschaften von Gummideckschichten zeigen sich hauptsächlich im mittleren Teil der oberen Deckschicht, die mit transportiertem Material im Kontakt ist. Die Autoren zeigen, dass die durch Betrieb hervorgerufenen Änderungen des Youngs-Modules und der Härte oberer Deckschicht das mechanische Verhalten des Bandes als eine Gesamtheit stark beeinflussen können, und damit seine betriebliche Eigenschaften kritisch ändern. Der Beitrag endet mit der Empfehlung den Betreibern von Bandanlagen, eine erhöhte Aufmerksamkeit der Spezifizierung der zu beschaffenden Transportbändern und deren fachlichen Übernahme zu widmen.

Klíčová slova: dopravní pásy, stárnutí pryže, dynamické mechanické vlastnosti, tvrdost.

Keywords: conveyor belts, rubber aging, dynamic mechanical properties, hardness.

1 Úvod

V předchozí práci [1] byly hodnoceny změny fyzikálních vlastností vzorků dopravních pásů (DP) vzniklé při jejich provozování, s cílem posoudit možnost použití dynamické mechanické spektroskopie pro určení zbytkové životnosti pryžových krycích vrstev DP. Souhrn všech těchto změn nazýváme stárnutím. Dochází k němu zejména vlivem vzdušného kyslíku, ultrafialového záření, změnami vnější teploty a obecně i působením přepravovaného materiálu. Působením uvedených vnějších vlivů se během provozu DP mění vlastnosti jejich pryžových vrstev, především síťová hustota, teplota skelného přechodu, hodnota rovnovážného modulu, ale i velikost protažení při přetržení.

V předložené práci je studován vliv druhu přepravovaného materiálu na změny fyzikálních, zejména mechanických vlastností DP, ke kterým během provozu dochází. Byly studovány pásy používané v papírnách ve Štětí k přepravě dřevité drti

(štěpky) a pásy používané v cementárně v Ladci k přepravě horkého cementu.

2 Měřené materiály

Srovnání vlastností provozně namáhaných DP bylo provedeno na pásích dvou různých technologických pásovéch dopravníků. Dopravní pás označený A byl používán k přepravě drveného dřeva v papírnách Štětí. Do provozu byl tento pás s textilní vložkou nasazen v říjnu 2004 a byl používán cca 33 tisíc hodin na hadicovém dopravníku. Přepravní rychlost použitého DP typu Bridgestone NF 630/3 byla 2,9 m/s. Druhým studovaným pásem (ozn. B) byl DP užívaný v cementárně Ladce k přepravě horkého cementu. Přepravní rychlost použitého DP typu MATADOR EP 315/3 (4 + 2 mm T +) byla 1,6 m/s, do provozu byl nasazen v únoru 2003 a byl vyměněn po cca 3 800 provozních hodinách, protože došlo k velkému zvýšení

tvrdosti horní krycí vrstvy (HKV) a k jejímu následnému popraskání [2]. Fyzikální vlastnosti obou provozně namáhaných DP byly porovnány s DP novými, kterými byly tyto nahrazeny (označení nových pásů A-N pro papírnu Štětí a B-N pro cementárnu v Ladci); v obou případech se jedná o DP stejného typového označení téhož výrobce, jako byly DP původní (použité pásy jsou označeny A-P (papírna) a B-P (cementárna)).

U provozně namáhaných DP bylo zřejmé výrazné opotřebení jejich HKV ve střední části pásu. Navíc HKV ve střední části DP z cementárny Ladce (vzorek B), která byla v bezprostředním styku s přepravovaným materiálem, byla silně popraskaná (obr. č. 1). Jak je zřejmé z obrázku č. 1, mění se neporušená plocha pásu mezi prasklinami od cca 20 mm² do cca 700 mm², přičemž hloubka prasklin je $1,8 \pm 0,2$ mm. Tloušťka DP v jeho střední, nejopotřebovanější části je $8,4 \pm 0,1$ mm, zatímco v části, která nepřišla do styku s přepravovaným cementem činí $9,2 \pm 0,2$ mm. Naopak HKV střední části DP z papírny ve Štětí byla nabobtnaná; nabobtnání pásu se projevilo zvětšením povrchu a tloušťky jeho HKV a zakřivením pásu. Tloušťka DP v oblasti, kde přicházel do styku se štěpkou, se přitom zvýšila o 2,3 % ve srovnání s oblastí, kde se přepravovaný materiál již nedotýkal. Tloušťka HKV ve středu DP je $11,80 \pm 0,04$ mm, oproti $11,53 \pm 0,05$ mm na jeho kraji.

3 Metody měření - dynamická mechanická analýza, měření tvrdosti

Dynamická mechanická měření složek komplexního Youngova modulu

$$E^* = E' + iE'' \quad (1)$$

(modulu pružnosti v tahu) byla prováděna pomocí dynamického mechanického analyzátoru Tritec 2000, který umožňuje měřit při několika frekvencích během jednoho teplotního cyklu; měření byla prováděna při frekvencích 0,31 Hz, 1 Hz, 3,1 Hz, 10 Hz a 31 Hz. Vzorky byly měřeny během ohřevu s konstantní rychlostí změny teploty 2 °C/min v intervalu teplot od -80 °C do 100 °C. Abychom mohli posoudit vliv opotřebení krycích vrstev DP, prováděli jsme mechanická měření jednak na vzorcích pryžové horní (HKV) a dolní krycí vrstvy (DKV), jednak na příčném řezu celým pásem, tedy na vzorku zahrnujícím obě krycí vrstvy i středovou textilní kostru. Vzorky byly deformovány v ohybu, a to v lineární oblasti deformací, kdy deformace vzorku v průběhu měření nepřesáhla 1 %. Měření krycích vrstev DP proběhlo na vzorcích o rozměrech 10 mm x 5 mm x 2 mm (šířka x délka x výška). Výška vzorků měřených v příčném řezu byla dána celkovou tloušťkou příslušné krycí vrstvy DP a měnila se podle jeho opotřebení. Ze složek komplexního modulu byla vypočtena i ztrátová tangenta

$$\tan \delta = E'' / E' , \quad (2)$$

kteřá charakterizuje energetické ztráty ve vzorku při mechanickém namáhání a která dosahuje maxima v oblasti skelného přechodu.

Tvrdost krycích vrstev DP byla měřena pomocí duometru HT-6510, určeného pro měření tvrdosti pryže v jednotkách Shore A (ShA). Měření tvrdosti bylo prováděno při pokojové teplotě vždy minimálně na deseti místech krycí vrstvy.



Obr. 1: Střed použitého pásu B-P z cementárny Ladce – horní krycí vrstva pásu.

4 Výsledky měření mechanických vlastností

4.1 Měření při pokojové teplotě

Výsledky měření tvrdosti a Youngova modulu, odpovídajícího frekvenci 1 Hz, jsou pro teplotu 25 °C uvedeny v tabulce č. 1. Sloupec označený „modul pásu“ udává výsledky měření Youngova modulu pružnosti na vzorku celého pásu, který zahrnoval jak obě krycí vrstvy, tak i jeho střední část tvořenou pryží s textilní kostrou. Poslední sloupec tabulky označený „modul vrstvy“ pak udává výsledky měření Youngova modulu zvlášť pro horní a dolní krycí vrstvu DP. Tvrdost (předposlední sloupec tabulky) byla měřena pouze na krycích vrstvách a charakterizuje chování vnější části celé vrstvy, nikoli chování celého měřeného průřezu. S ohledem na to, že tvrdost je určena převážně povrchovou částí krycí vrstvy, zatímco modul byl měřen na 2 mm silné krycí vrstvě, případně na celém průřezu vzorku, ne vždy tyto veličiny vzájemně zcela korelují. Na druhou stranu, pokud dojde k významné změně obou veličin, znamená to, že došlo ke změně vlastností jak na povrchu materiálu, tak i v celém objemu pryže, nebo že změny v povrchové vrstvě DP jsou natolik výrazné, že překryly zbývající změny, ke kterým mohlo dojít.

Ukazuje se, že k významným změnám studovaných mechanických vlastností HKV dochází ve střední části DP, který byl v bezprostředním styku s přepravovaným materiálem, zatímco vliv přepravovaného materiálu na okrajové oblasti DP byl podstatně menší. Předpokládáme, že působením pryskyřic obsažených v dřevité drti došlo ke snížení tvrdosti a modulu, zatímco působení cementu vedlo ke zvýšení hodnot obou vlastností. (Měřená hodnota tvrdosti 94 ShA je již na hranici rozsahu přístroje a nad doporučenou maximální měřenou tvrdostí při použití stupnice Shore A. Použití tvrdoměru s jiným rozsahem by na druhou stranu neumožnilo charakterizovat měkčí vzorky.) Podrobným rozbořením hodnot uvedených v tabulce č. 1 docházíme pro pás A-P, DP přepravující dřevitou drť, k následujícím závěrům:

- a) Tvrdost i modul DKV zůstávají v rámci chyby měření stejné jak ve střední části, tak i v kraji DP.

Tab. 1: Charakterizace pásů a pryžových krycích vrstev.

Označení vzorku	Použití/přepřavovaný materiál	Část pásu	Modul pásu [MPa]	Krycí pryžová vrstva	Tvrdost Shore A	Modul vrstvy [MPa]
A-P	papírny/dřevitá drť	střed	10±2	horní	52±3	2,0±0,2
				dolní	71±2	13±2
		kraj	20±3	horní	73±1	11±2
				dolní	74±1	9±2
A-N	nový	střed	36±5	horní	80±2	19±3
				dolní	82±2	22±3
B-P	cementárna/horký cement	střed	90±7	horní	94±4	98±7
				dolní	81±3	19±3
		kraj	24±3	horní	79±3	8±2
				dolní	74±3	9±2
B-N	nový	střed	40±6	horní	73±3	18±3
				dolní	75±2	20±3

b) Tvrdost i modul HKV se výrazně liší podle toho, zda se měření uskutečnila ve střední nebo krajní části DP – tvrdost se snížila ze 73 ShA na 52 ShA a modul klesl z 11 MPa na 2 MPa.

c) Vliv přepřavovaného materiálu na výsledné mechanické vlastnosti se projevil i při měření příčných řezů DP. Zatímco na kraji DP činí jeho hodnota 20 MPa, ve střední části DP klesne modul na 10 MPa. Zároveň je nutno si všimnout faktu, že modul příčného řezu na kraji DP je vyšší než modul HKV i DKV. To potvrzuje známou

skutečnost, že pro výsledné mechanické vlastnosti DP hraje textilní vložka DP významnou roli. Naopak měření ve střední části DP ukazují, že snížení modulu HKV je natolik významné, že ovlivňuje i celkový modul měřený v příčném řezu.

Vyšší tvrdost nového pásu A-N oproti okraji namáhaného DP souvisí se skutečností, že se jedná o jinou dodávku pásu a rozdíl pravděpodobně nesouvisí s provozním namáháním. K obdobným závěrům dospěli i pracovníci laboratoře ITC ve Zlíně [3].

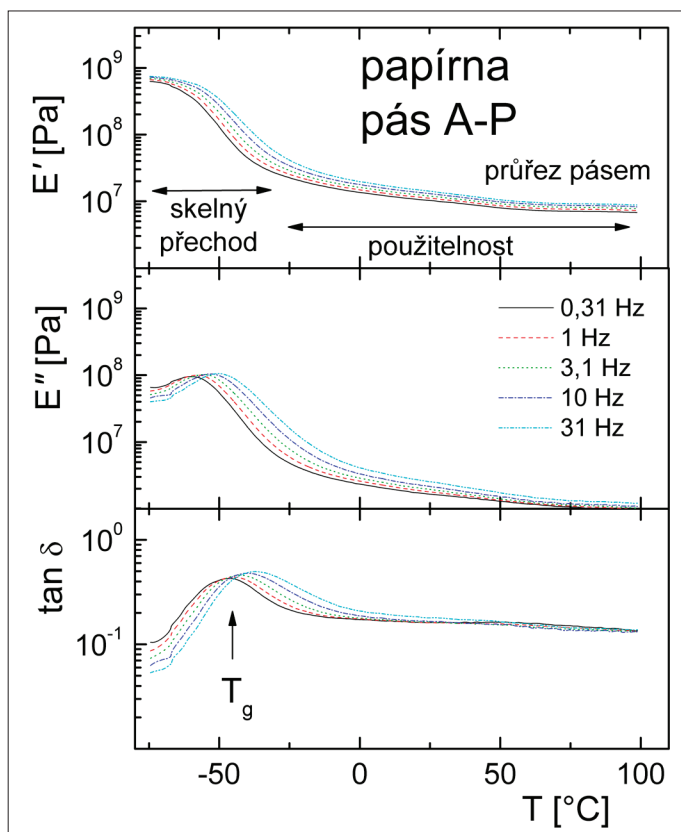
Podobně pro pás B-P (přepřava horkého cementu) můžeme říci:

a) Tvrdost i modul DKV se zvýšil podle toho, zda byl měřen ve střední části DP nebo v části nezátíženého přepřavovaného materiálu – tvrdost se zvýšila ze 74 ShA na 81 ShA a modul z 9 MPa na 19 MPa.

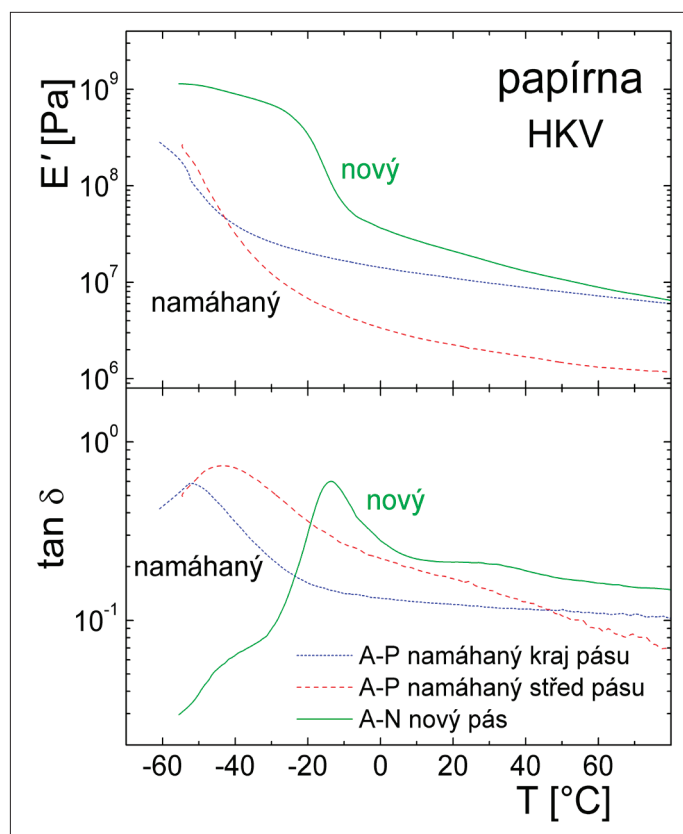
b) Tvrdost i modul HKV se liší podle toho, zda se měření uskutečnila ve střední nebo krajní části DP výrazněji než u DKV – tvrdost se zvýšila ze 79 ShA na 94 ShA a modul z 8 MPa na 98 MPa.

c) Podobně jako u pásu A-P, tak i u pásu B-P se vliv přepřavovaného materiálu na výsledné mechanické vlastnosti projevil i při měření příčných řezů DP. Zatímco v krajové oblasti DP činí hodnota modulu 24 MPa, ve střední části dosahuje 90 MPa. Přitom i zde je modul příčného řezu v krajové části DP vyšší než modul HKV i DKV a naopak měření příčného řezu ve střední části DP odpovídá modulu HKV.

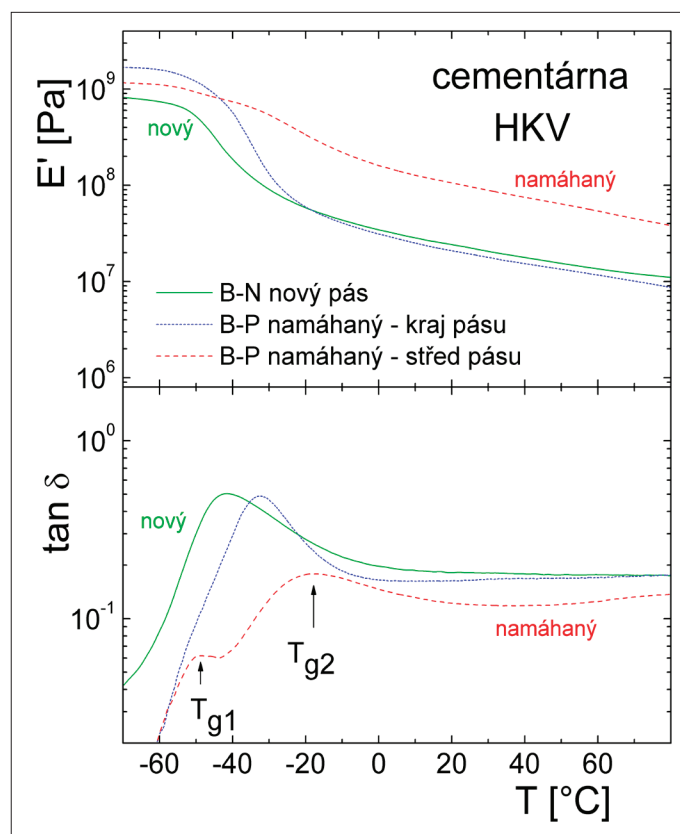
Na základě měření mechanických vlastností nových dodaných DP označených A-N a B-N můžeme říci, že tyto vlastnosti jsou odlišné od vlastností opotřebovaných pásů jak v případě modulu celého DP, tak i tvrdosti a modulu krycích vrstev. Podrobněji rozebereme vlastnosti nových DP níže na základě měření teplotních závislostí modulu.



Obr. 2: Teplotní závislost reálné E' a ztrátové E'' složky Youngova modulu a ztrátové tangenty pro A-P, průřez pásem.



Obr. 3: Teplotní závislost Youngova modulu a ztrátové tangenty. Srovnání pro horní krycí vrstvy, papírná – dřevitá drť. Měřeno při frekvenci 1 Hz.



Obr. 4: Teplotní závislost Youngova modulu a ztrátové tangenty, horní krycí vrstva, cementárna – horký cement. Měřeno při frekvenci 1 Hz.

4.2 Teplotní závislosti

Příklad dynamických mechanických měření teplotních závislostí vzorků je uveden na obr. č. 2, na kterém je znázorněna teplotní závislost složek komplexního Youngova modulu a ztrátové tangenty měřená při různých frekvencích. Závislost je vynesena pro provozně namáhaný pás A-P, pro jeho střední část, která byla ve styku s přepravovaným materiálem; jedná se o průřez celým vzorkem zahrnujícím jak pryžové krycí vrstvy, tak i textilní kostru. Z obrázku je vidět, že v teplotním intervalu od -70 °C do -25 °C prochází měřený vzorek oblastí skelného přechodu, která je charakterizována změnou reálné E' i imaginární E'' složky modulu pružnosti o několik řádů. Pod teplotou -70 °C se systém nachází ve skelném stavu s hodnotou reálné části modulu řádově 10^9 Pa (1 000 MPa), která nad teplotou zesklennění při teplotě -25 °C dosahuje hodnot o dva řády nižších, řádově 10^7 Pa (10 MPa). Imaginární část modulu a ztrátová tangenta přitom v této teplotní oblasti prochází maximum. Uvedené změny vedou ke snížení elasticity a ke zvýšení tepelných ztrát v pryžové krycí vrstvě, což má zároveň za následek omezení teplotní oblasti, ve které je možno dopravní pásy používat. V grafu je oblast použitelnosti pásu označena šipkami v teplotním oboru nad -25 °C, kdy reálná složka Youngova modulu dosahuje řádově hodnot 10 MPa.

Na druhé straně však musíme vzít v úvahu i dynamický charakter skelného přechodu, který je z obrázku zřejmý a který se projevuje změnou teploty maxima ztrátové tangenty se změnou budící frekvence. Se změnou budící frekvence o dva řády z 0,31 Hz na 31 Hz se totiž posune poloha maxima ztrátové

tangenty k vyšším teplotám o 10 °C. Proto, předpokládáme-li dynamické namáhání DP, ke kterému prakticky vždy dochází, musíme oblast použitelnosti dopravních pásů omezit na teploty nad bodem mrazu. Na tomto místě je vhodné zmínit se i o šířce přechodové oblasti, kterou budeme charakterizovat teplotním intervalem, v němž bude mít ztrátová tangenta hodnotu vyšší než polovinu své hodnoty maximální. Zatímco pro frekvenci 0,3 Hz jsme určili teplotu maxima $T_m = -47,5$ °C a celkovou šířku $\Delta T = 37$ °C, pro frekvenci 33 Hz bude $T_m = -37$ °C a $\Delta T = 43,5$ °C. Z obr. č. 2 je také zřejmé, že teplotní závislost složek komplexního modulu a ztrátové tangenty není symetrická.

Teplotní závislost mechanických vlastností HKV pásu A-P a A-N, charakterizovaných reálnou částí Youngova modulu a ztrátovou tangentou je znázorněna na obrázku č. 3. Z grafu je patrné, že nový pás A-N má výrazně vyšší teplotu zesklennění, -14 °C oproti přibližně -50 °C u pásu provozně namáhaného, a zároveň se u něj projevuje do jisté míry heterogenní charakter HKV, který je nejlépe pozorovatelný na teplotní závislosti ztrátové tangenty (další maximum u -42 °C a u 26 °C). To je dáno především skutečností, že se jedná o jiný materiál, nikoli pás identický, i když podle informací provozovatele by se mělo jednat o stejný DP (stejně typové označení). Z námi naměřených hodnot vyplývá, že použitelnost nového DP je omezena na teploty nad 10 °C. Při nižších teplotách rostou jak modul (klesá elasticita), tak i mechanické ztráty. U DP provozně namáhaného byla měřena krycí vrstva z kraje i ze středu DP. Kromě výrazného snížení Youngova modulu u krycí vrstvy ze střední části DP, která byla ve styku s přepravovaným materiálem, lze

sledovat i rozdílnou teplotu zesklenní T_g krycí vrstvy ($-51\text{ }^{\circ}\text{C}$ kraj DP, $-43\text{ }^{\circ}\text{C}$ střed DP). To znamená, že v oblasti nízkých teplot došlo naopak ke ztužení HKV ve středu DP a k rozšíření přechodové oblasti, což má za následek snížení jeho použitelnosti do oblasti nízkých teplot. U DKV byla změřena teplota skelného přechodu $-39\text{ }^{\circ}\text{C}$ jak pro kraj, tak i pro střed pásu.

Vzhledem k tomu, že kraj DP je přepravovaným materiálem výrazně méně ovlivněn, vidíme, že ačkoli si provozovatel objednal stejný typ olejvzdorného DP Bridgestone, byl mu dodán, patrně s ohledem na vlastnosti DP v běžném teplotním oboru, pás materiálově odlišný. Mechanické vlastnosti obou DP při pokojové teplotě se skutečně liší jen málo. Modul pružnosti 2x a tvrdost o zhruba 7 ShA (detailně viz tabulka č. 1). Při teplotě $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ je však rozdíl v modulu již 1,5 řádu („starý“ pás A-P 20 MPa, nový A-N 600 MPa) a nový DP tak při této nízké teplotě nelze doporučit k provoznímu použití. DP se při této teplotě nachází již v oblasti skelného přechodu, kde v oblasti maxima ztrátové tangenty rostou ztráty ve vzorku, což vede ke zvýšení energetické náročnosti provozu.

Teplotní závislost mechanických vlastností HKV pásu B z cementárny Ladce je znázorněna na obrázku č. 4. Z grafu je patrné, že u provozně namáhaného DP došlo ke zvýšení teploty zesklenní i u kraje pásu oproti novému pásu B-N z teploty $-42\text{ }^{\circ}\text{C}$ na teplotu $-32\text{ }^{\circ}\text{C}$. U HKV ze středu provozně namáhaného DP byla pro měření odebrána část mezi prasklinami, která byla kompaktní (viz též obrázek č. 1). Z naměřeného průběhu je vidět, že se charakter chování opotřebované HKV mění na heterogenní se dvěma skelnými přechody ($-49\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $-19\text{ }^{\circ}\text{C}$). Modul

pružnosti je přitom nad teplotou zesklenní téměř o řád vyšší, než tomu je u krajní části DP či u nového vzorku. Materiál ztrácí pružnost, což se projevilo i na výše zmiňované tvrdosti.

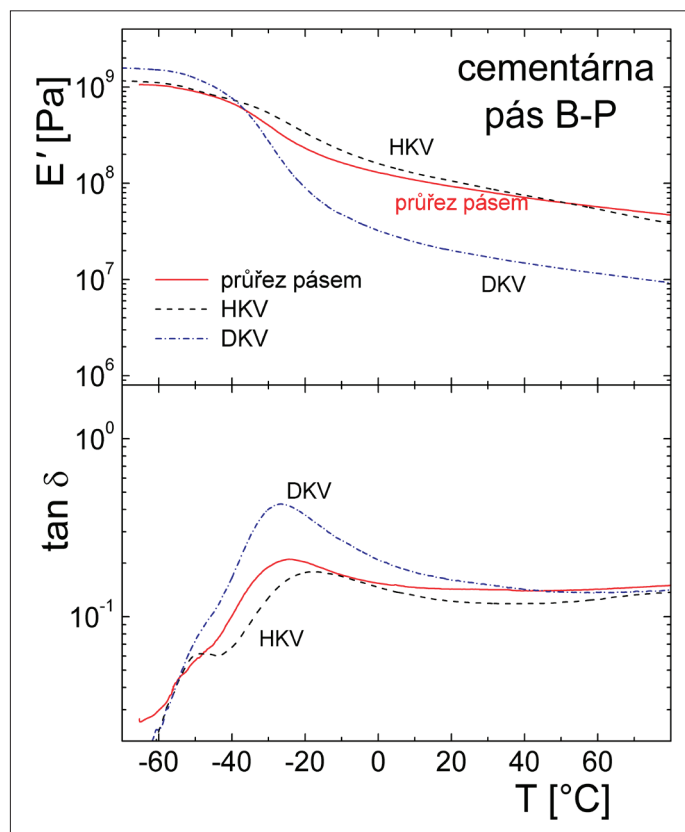
Grafické srovnání chování obou krycích vrstev a celého vzorku namáhaného pásu B-P přináší obrázek č. 5. Na tomto grafu je vidět, že zatímco modul DKV klesá na hodnoty řádově 10^7 Pa , což je srovnatelné s nenamáhaným DP (tabulka č. 1), teplotní závislost modulu celého DP je výrazně ovlivněna nárůstem modulu pružnosti samotné HKV diskutované výše. Heterogenní charakter se projevuje i u DKV - náznak nízkoteplotního skelného přechodu lze sledovat na průběhu ztrátové tangenty u přibližně $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Změny vlastností DP způsobených přepravovaným materiálem jsou z fyzikálního hlediska dobře vysvětlitelné. Dřevitá smrková drť obsahuje kromě majoritních částí celulózy (40-50 %) a lignitu (20-30 %) v malém množství (1-3 %) ještě další organické látky. Podrobnou analýzou [4] bylo zjištěno, že podstatnou část těchto organických látek tvoří terpeny a n-heptan, které chrání dřevní hmotu před jejím napadením škůdci. Heptan je nepolární rozpouštědlo, ve kterém jsou terpeny rozpustné, a vzniklý viskózní roztok je uložen v tzv. pryskyřičných kanálcích. Po napadení stromu je škůdce touto kapalinou obalen a zahyne. Při drcení dřeva se kanálky otevrou a kapalina se dostává na povrch. Jakmile přijde do styku s povrchem DP, vnikne pod jeho povrch a pryž DP nabobtná. Vzhledem k tomu, že se jedná o nízkomolekulární látku s prakticky nulovým dipólovým momentem, je tento proces relativně rychlý. Nabobtnání pryže DP má za následek snížení hodnot rovnovážného modulu i tvrdosti. To však platí pouze v oblasti vyšších teplot, vysoko nad teplotou skelného přechodu. Při snižování teploty viskozita této kapaliny výrazně roste. Růst viskozity způsobí, že pohyblivost polymerních řetězců pryže se sníží, a tím se zároveň zvýší teplota skelného přechodu. Popsaný jev tak má paradoxně dvojí účinek. V oblasti vysoko nad T_g organický roztok částečně zlepšuje provozní vlastnosti DP, ale při snižování teploty naopak užité vlastnosti DP snižuje a použití takto provozně namáhaných pásů je při značném snížení teploty v zimním období omezeno.

DP používané k přepravě horkého cementu v cementárnách stárnou vlivem působení vysokých provozních teplot, které se nepříznivě projevují zhoršením mechanických vlastností pryže DP, tj. zvýšením rovnovážného modulu a zvýšením tvrdosti povrchové vrstvy DP. Tyto změny jsou tak výrazné, že se projevují nejen na HKV, ale jak jsme ukázali, i na DKV DP. Dochází tak k významnému zhoršení provozních vlastností v cementárně používaných DP.

5 Závěr

Měření mechanických vlastností a tvrdosti vzorků DP používaných pro přepravu různých materiálů v rámci technologických procesů ukázala na změny jejich fyzikálních vlastností, ke kterým během provozního namáhání DP dochází. Provedená dynamická mechanická analýza určila změny chování pryžových krycích vrstev DP nejen při provozní (laboratorní) teplotě, ale i v širokém teplotním rozsahu. U studovaných vzorků docházelo ke změně teploty zesklenní materiálu, ke změnám rovnovážného modulu a ke změnám povrchové tvrdosti, což může vést k výraznému omezení jejich využití, a to nejen



Obr. 5: Teplotní závislost Youngova modulu a ztrátové tangenty, srovnání krycích vrstev a celého pásu, pás B-P – cementárna – horký cement. Měřeno při frekvenci 1 Hz.

s ohledem na provoz pásových dopravníků při nízkých teplotách, ale i s ohledem na charakter přepravovaného materiálu.

Ukazuje se, že pokud provozovatelé pásové dopravy nezavedou systém vstupní kontroly kvality výrobci dodávaných DP, spočívající v určení jejich základních fyzikálních - zejména mechanických vlastností nad rámec norem v širokém teplotním oboru, nemají tuto záruku, že dodaný typ DP bude vhodný pro daný účel. Přitom systematické vyhodnocení těchto vlastností, spočívající na popsání diagnostické metodě, představuje u každého do provozu uváděného pásu max. 1 % z jeho pořizovací ceny, přičemž v režimu náhodných zkoušek může být tato cena i podstatně nižší.

Zároveň je třeba si uvědomit, že volbou správného typu DP můžeme zabránit i takovým případům, kdy by při nesprávném výběru mohlo dojít až k výpadkům celých technologických celků, spojených s pásovou dopravou. Problematikou studia fyzikálních vlastností DP se kolektiv autorů zabývá již více než 30 let. V současnosti řeší společně projekt Ministerstva průmyslu a obchodu „Nedestruktivní systém provozního testování pryžových vrstev“ a tento článek představuje průběžný, avšak nikoliv nevýznamný výsledek řešení projektu. Na uvedených případech autoři dokládají, že současný systém výběrových řízení a objednávek DP dle platných norem nemůže provozovateli zaručit dodržení požadovaných funkčních vlastností DP, ani jejich provozní spolehlivost a dostatečnou životnost.

Autory vyvinutý měřicí postup prováděný v širokém oboru teplot tento problém do značné míry řeší. K měření je přitom zapotřebí vzorků DP malých rozměrů, které lze snadno dopravit do zkušební laboratoře.

Autoři závěrem varují odbornou veřejnost, že současný krátkozraký tlak provozovatelů PD na co nejnižší ceny DP má negativní dopad na kvalitu sériově vyráběných DP a že v budoucích letech může tato strategie vést ke vzniku kritických situací, protože zhoršené vlastnosti DP se mohou projevit až po delší době provozu, např. v zimním období.

Poděkování

Tento projekt byl realizován za finanční podpory z prostředků státního rozpočtu prostřednictvím Ministerstva průmyslu a obchodu ČR (FR-TI1/583).

Literatura

- [1] VALENTOVÁ, H., NEDBAL, J., NEUBERT, M.: *Stárnutí pryžových vrstev dopravních pásů*. Zpravodaj Hnědé uhlí, 4/2010. ISSN 1213-1660.
- [2] JOCHMAN, J.: *Posudek pásových dopravníků*. Zpráva VVV MOST, Most, 2004.
- [3] JOCHMAN, J.: *Ověření parametrů dodávky pásů Bridgestone*. Zpráva VVV MOST, Most, 2011.
- [4] MARDAROWICZ, M., WIANOWSKA, D., DAWIDOWICZ, A. L., SAWICKI, R.: *Comparison of Terpene Composition in Engelmann Spruce Using Hydrodistillation*, SPME and PLE. Z. Naturforsch C, 59, 641-648, 2004. ISSN: 0939-5075.

Aktuality

Ceny ČESKÝ PERMON 2012



Ceny Český permon vznikly v roce 2004 z iniciativy spolku „Společnosti přátel Rudolfova“, poprvé byly předány na 8. setkání hornických měst a obcí tamtéž.

Ceny Český permon jsou udělovány 1x ročně a oceňují zásluhy osobností nebo organizací, které se v uplynulém roce mimořádně zasloužily o rozvoj a udržování hornických tradic, nebo významně přispěly k propagaci hornictví a hutnictví v České republice. Mimořádně lze „permona“ udělit i za zásluhy o povznesení hornických a hutnických tradic i do zahraničí.

Slavnostní vyhlášení oceněných a předání cen uskuteční pořadatelské město v rámci „Setkání hornických měst a obcí České republiky“.

Český permon je udělován v následujících kategoriích:

1. Hornický folklór
2. Záchrana technických památek
3. Největší počin roku
4. Celoživotní dílo
5. Mimořádná cena (rozhoduje o ní pořadatelské město)



Letošní vyhlášení a předání cen Český permon se uskuteční v rámci 16. setkání hornických měst a obcí v Chomutově ve dnech **20. - 22. dubna 2012**.