

Spolehlivost, životnost a exploatační vlastnosti materiálů a částí železničních kolejových vozidel a tratí

Klíčová slova: *výzkum, zkušebnictví, železniční doprava, konstrukční materiály, historie.*

Úvod

Železniční doprava je bezesporu rozsáhlou a závažnou oblastí činnosti lidského společenství, která ve svých důsledcích ovlivňovala, a zajisté i v současné době ovlivňuje, život každého z nás.

Efektivní realizace této činnosti se neobejde bez aplikace výsledků řady vědních oborů a bez, tak říkajíc, vlastní vědeckovýzkumné a zkušebnické činnosti svázané na straně jedné přímo s železničním provozem, a na straně druhé s výrobní sférou.

Každá oblast lidské činnosti má svoji historii, každý nový objev, nové řešení problému navazuje na výsledky práce předchozích generací. Nejinak je tomu i v případě železničního výzkumu a zkušebnictví, v tomto případě materiálového.

Ing. Jan Kout, CSc., nar. 1940. Absolvent VŠD Žilina 1963, obor konstrukce kolejových vozidel. Vědecká hodnost získána v r. 1987. Zaměřen na problematiku mechaniky kontinua, materiálového inženýrství a zkoušení materiálů. Zaměstnán v ČD-VÚŽ, vedoucí oblasti materiálů a technologie a technický vedoucí Zkušební laboratoře ZL 8.

Miroslav Červený, nar. 1930. Absolvent Vyšší průmyslové školy chemické v Kolíně, 1950. Zaměstnán v ČD VÚŽ do r. 1997. Zaměřen na analytiku anorganických materiálů, zejména kovů a na materiálový výzkum železničních součástí z litiny a barevných kovů a na třecí materiály brzd kolejových vozidel. Nyní externí pracovník oblasti materiálů a technologie VÚŽ.

Ing. Karel Kočí, nar. 1965. Absolvent VŠDS Žilina 1988, obor kybernetika v dopravě a spojích. Zaměřen na problematiku spolehlivosti a životnosti konstrukčních celků železničních kolejových vozidel a únavu materiálů. Zaměstnán v ČD VÚŽ, vedoucí Dynamického zkušebního stavu a technický vedoucí Zkušební laboratoře ZL 15.

Již v druhé polovině minulého století věnovaly evropské železniční správy (francouzská, německá, italská, rakousko-uherská) železničnímu zkušebnictví, a zvláště zkoušení materiálů, značnou péči. Po vzniku ČSR dne 27. 1. 1919 bylo zřízeno v Brně při ředitelství ČSD, výnosem č. 171 Ministerstva železnic, oddělení IX. Jeho hlavním úkolem bylo přejímání a zkoušení hmot a hmotnin používaných u ČSD. Toto oddělení mělo 4 skupiny, z nichž první 3 zajišťovaly objednávání, přejímku materiálů a jejich zkoušení u dodavatelů a skupina 4. prováděla zkoušení materiálů ve vlastních laboratořích (laboratoř mechanického zkoušení, chemická laboratoř a pomocná dílna pro zhotovování laboratorních vzorků) a rovněž výzkumnické práce, jimiž se řešily nejrůznější problémy železniční praxe, související s jakostí materiálů.

Po mnoha změnách a dílčích úpravách náplně práce této původní složky ČSD byl zřízen v r. 1950 Výzkumný a zkušební ústav ČSD (VZÚ ČSD) se sídlem v Praze 16, ul. Ke sklárně 2587. Tento ústav se již členil na 5 pracovních úseků. Jedním z nich byl i úsek výzkumu a zkoušení materiálů.

Zajímavostí je, že v této lokalitě bylo realizováno zkušebnictví již vlastně od roku 1940, kdy byla zkušební činnost oddělení D Ředitelství státních drah (původně, v r. 1936, z Brna přestěhované výše zmíněné oddělení IX) přemístěna z několika provizorních pracovišť do nově postavené budovy v objektu bývalých Inwaldových skláren na Smíchově. V této budově byly vybudovány, a na tehdejší dobu moderně vybaveny laboratoře pro zkoušení paliv, maziv a svítiva, pro zkoušení nátěrových hmot, textilu, pryže, napájecích vod, kovů a nekovových materiálů.

Po dalších změnách názvů, organizačních struktur, dislokacích apod., byl v r. 1972, po opětovném rozdělení problematiky kolejové a ostatních druhů doprav, zřízen z původního VZÚ ČSD, Výzkumný ústav železniční se sídlem v Praze.

Odečteme-li válečné období, měly v této době (v době vzniku VÚŽ) výzkum a zkoušení materiálů již za sebou vlastně 48 let „života“.

Ing. Martina Sainerová, nar. 1944. Absolventka VŠCHT Praha 1969, obor makromolekulární chemie. Zaměřena na problematiku prvků z polymerních materiálů v konstrukci železničního svršku a spodku. Do r. 1994 zaměstnána v ČD VÚŽ, nyní v ČD TÚDC, S 13.

RNDr. Jan Švanda, nar. 1945. Absolvent Univerzity J. E. Purkyně Brno 1967, obor hydrogeologie. Zaměřen na problematiku ochrany podzemních vod a jejich zdrojů. Do r. 1999 zaměstnán v ČD VÚŽ, nyní v Centru dopravního výzkumu Brno.

Základním důvodem pro založení pracoviště, které se zabývá výzkumem a zkoušením materiálů pro ČSD resp. ČD, byla od samého počátku snaha o zajištění bezpečnosti a rozvoje kolejové dopravy a možnosti kontroly jakosti materiálů a technologií, používaných při jejich výrobě.

Dalším důvodem pro existenci *drážního pracoviště*, zabývajících se materiálovými problémy železničního provozu, byla snaha i nutnost zkoumat příčiny selhání a destrukcí částí kolejových vozidel a železničních tratí. Na otázku proč *drážního pracoviště*, dává odpověď charakter, mnohotvárnost a složitost železničního provozu. K naplnění výše uvedených snah je třeba, kromě splnění základní podmínky hlubokých a odborně fundovaných znalostí o vlastnostech materiálů a jejich výrobě, i specifických znalostí jejich vhodnosti a exploatačního využití v podmínkách železniční dopravy. Toto může zajistit pouze pracoviště bezprostředně vázané na železniční provoz a tým pracovníků, kteří kromě své odborné erudice jsou plně obeznámeni s podmínkami provozu. Proto je, ve svých důsledcích, velmi problematické suplovat tuto činnost nedrážními institucemi, byť i renomovanými, nebo dokonce ponechat tuto problematiku na výrobcích (ať již materiálů, kolejových vozidel nebo prvků železničních tratí).

Během doby se materiálová problematika v železniční dopravě, representovaná oblastí materiálů a technologie Výzkumného ústavu železničního, postupně vyvíjela od materiálového zkušebnictví až po komplexní pojetí této problematiky, zahrnující v sobě teoretický a experimentální výzkum materiálů a provozních hmot, standardizaci, řešení poruch a provozních selhání, renovace, nedestruktivní metody zkoušení materiálů, stanovení životnosti a spolehlivosti konstrukčních částí a celků kolejových vozidel a železničních tratí, a také ekologické problémy plynoucí ze železničního provozu.

Kovové materiály

Výzkum v oboru kovových materiálů, který se ve svých počátcích zaměřoval na ožehavé problémy parní trakce, přenesl později své těžiště na problémy železniční vozby, rozvíjející se trakce motorové a elektrické.

Z řady úspěšně vyřešených úkolů, jejichž výsledky byly realizovány, posunuly práh vědění kupředu a přinesly nemalé úspory, jmenujme tyto:

- Komplexní úkol, jehož výsledkem byl návrh nejvhodnějšího materiálu kluzných vozových ložisek a náprav a technologie nalisování železničních kol s cílem snížit počet lomů

vozových náprav; renovace čepů náprav vozových dvojkolí navážením elektrickým obloukem pod tavidlem.

- Zjištění kritérií a mechanismu průběhu horkoběžnosti ložisek železničních vozů až do kritického destrukčního stavu stanovení provozních teplot pro nastavení indikátorů horkoběžnosti.
- Výzkum dynamických vlastností a strukturálních změn v ocelích pro železniční součásti namáhané rázy. Sledování příčin poruch součástí železničních vozidel únavovými lomy.
- Lomovitost nosných listových pružnic a stanovení jejich funkční životnosti s obecnou specifikací a kategorizací příčin vzniku lomů.
- Příčiny poruchovosti a životnosti prstencových pružin a nárazníků.
- Krátký brzdový špalík 320 mm pro provoz ČSD.
- Výzkum brzdového špalíku P 14 z fosfornaté litiny, jeho odzkoušení v provozu ČSD a zavedení do provozu.
- Ověření podmínek použitelnosti fosfornaté litiny pro další typy brzdových špalíků.
- Nové materiály třecích brzd pro osobní vozy.
- Provozní a životnostní zkoušky brzdového obložení a kotoučů, kotoučových brzd osobních vozů.
- Renovace částí kolejových vozidel a železničních tratí navařováním.
- Stanovení technické životnosti vybraných součástí podvozku Y25 Cs.
- Výzkum životnosti nárazníků a tahadel podle předpisů UIC a materiálový rozbor příčin porušení.
- Stanovení životnosti materiálů částí železničních vozů.
- Teoretické aspekty problematiky spoje kotouč (hvězdice) – obruč hnacích kolejových vozidel ČSD.
- Úprava nářádel s vyšší absorpční schopností pro použití u vozidel ČD.
- Stanovení kritérií pro určení životnosti materiálů v zušlechťeném stavu pro pružící elementy železničních kolejových vozidel.

Plastické hmoty

Úkoly z oboru plastických hmot a pryže v železniční dopravě vycházely nejprve z požadavků a snahy nahradit novými hmotami úzkoprofilové a málo dostupné barevné kovy a deficitní materiály vůbec. Když se zjistilo, že nové hmoty mají řadu funkčních vlastností

lepších než jaké jsou běžné u materiálů klasických, řešilo se jejich využití i pro konstrukci se zvláštním zřetelem ke zkvalitnění údržby vozidel a zařízení.

Postupem času, po překonání neochoty výrobců dodávat technické součásti málo atraktivní pro výrobu, a také nedůvěry a opatrnosti uživatele, došlo i k postupnému zadávání a řešení úkolů v této sféře materiálů.

Jedním z prvních úspěšných řešení v oboru plastických hmot a pryže byl výzkum sekundární izolace mezi živé části trolejového vedení a mostní objekty, jehož výsledkem byla izolace z butylkaučukových pasů.

Velmi progresivním materiálem se postupem času staly polymery. V oblasti vývoje železničních kolejových vozidel se aplikační výzkum odehrával především u vlastních výrobců vozidel. Výzkum ČSD se v tomto oboru zaměřil především na využívání nových materiálů v oblasti konstrukce železničního svršku. Výborné vlastnosti tyto materiály předurčovaly nejen pro některé speciální aplikace, ale zejména pro široké použití v koleji. Vedle výhodných mechanických vlastností to byla především velmi dobrá odolnost proti korozi, dlouhá životnost při dynamickém zatěžování i v tvrdých povětrnostních podmínkách, dobrá odolnost vůči ropným produktům a výborné elektroizolační vlastnosti. K těmto všem vlastnostem přistupovala často i nezanedbatelně příznivá cenová úroveň ve srovnání s tradičními materiály.

Již v počátcích 60. let byly v rámci výzkumných prací ověřovány, s velmi dobrým výsledkem, některé součásti z polymerních materiálů v provozované koleji ČSD. Koncem šedesátých let pak byly již v širokém měřítku používány např. plastové hmoždinky do betonových pražců vyráběné z polyamidu (PA 6) plněného skelnými vlákny, plastové regenerační hmoždinky z PA, alkanidové kolejnicové spojky a jiné. Kromě toho byl PA používán i na výrobu některých menších či méně rozšířených prvků, kde však měly mnohdy nezastupitelnou výhodu i jeho výborné kluzné vlastnosti (např. izolační vložky mezi čela kolejnic, pouzdra táhel a spojovacích tyčí výhybek, samojistné matice). Současně s rozšířením betonových pražců u ČSD byly vyvinuty a zavedeny pro běžné používání v koleji polyetylenové podložky pod podkladnice a nové pryžové podložky pod patu kolejnice.

Své uplatnění v koleji ČSD našly i reaktoplasty, tj. vícesložkové materiály vytvrzované po jejich smísení přímo na místě aplikace. Zejména plastbetony na bázi epoxidových pryskyřic doznaly širokého použití již v počátku 70. let, a to především na opravy a při výstavbě betonových staveb (točny, posuvny, jeřábové dráhy, podlévání mostních ložisek), později v mostním stavitelství i jako materiály pro tenkovrstvé hydroizolační systémy. V těchto aplikacích se uplatnila nejen mechanická odolnost

epoxidových plastbetonů, ale i jejich výborná soudržnost se starým i novým betonem a dalšími stavebními hmotami.

Své významné postavení nacházejí zejména konstrukční plasty a pryže i při vývoji nových, moderních typů upevnění. Podkladnicové upevnění s plastovými distančními kroužky, vkládané v posledních letech u ČD zejména do úseků s větším zatížením nákladní dopravou, přineslo další významné uplatnění pro PA 6 plněný sklem, a to při výrobě funkčně velmi zatěžovaného konstrukčního prvku upevnění - distančního kroužku.

Nové bezpodkladnicové typy upevnění Vossloh (Německo) a Pandrol Fastclip (Anglie), vkládané při rekonstrukcích do koridorových tratí ČD, potvrzují stejný trend vývoje i u zahraničních správ tratí. Oba typy upevnění využívají konstrukčních plastů pro funkčně velmi exponované prvky upevnění, přímo ovlivňující spolehlivost i životnost uzlu upevnění. Plastová úhlová vodící vložka v upevnění Vossloh je vyrobena z PA 6 plněného sklem a oba dva izolátory v upevnění Pandrol Fastclip jsou z PA 6,6. V obou uvedených typech upevnění je navíc kladen důraz i na dlouhou životnost pryžové podložky pod patou kolejnice, její výborné elektroizolační vlastnosti a zvýšené pružnostní charakteristiky ve srovnání s podložkami v podkladnicovém upevnění. Nové technologie výroby a typy pryží dokáží zajistit, byť za zvýšených finančních nákladů, i tyto náročné požadavky.

Několika desítkami let prověřená spolehlivá funkce prvků z plastů a pryží dokladuje dnes již nezastupitelnost těchto materiálů v koleji ČD. Požadavek dlouhodobé životnosti a spolehlivosti však těsně souvisí i s dodržением předepsaného technologického postupu montáže. Specifické vlastnosti těchto materiálů předpokládají většinou i speciální podmínky montáže, tedy netradiční přístup firem či pracovníků ČD. Nedodržení parametrů při montáži může dojít k poškození některých prvků upevnění vedoucímu k závadám v koleji a ke snížení životnosti celého uzlu upevnění.

Oleje a plastická maziva

Zkoumání v tomto oboru lze datovat na samý počátek existence materiálového výzkumu a zkušebnictví. Nutno podotknout, že se původně v této oblasti zkoumání řešila i problematika svítiv (směsí ke svícení), jež přirozeným pokrokem postupně zanikala se zaváděním moderních způsobů svícení.

V souvislosti s výše citovanými pracemi, týkajícími se problematiky kluzných nápravových ložisek, byly řešeny i úkoly zabývající se technikou mazání a mazacích olejů. Po postupném přechodu na valivá ložiska ve vozovém a lokomotivním parku ČSD přešlo těžiště

prací v oboru olejů na řešení otázek mazacích olejů pro motorovou trakci. Za zmínku stojí citování úspěšně vyřešených úkolů:

- Provozní ověření životnosti motorového oleje M 9 ADS pro naftový motor K6S 310 DR a 14D40.
- Sjednocení maziv pro motorová trakční vozidla s návrhy mazacích plánů a snížením sortimentu mazacích olejů.
- Tribotechnická diagnostika naftových dráhových motorů obsahující metody zjišťování provozního znehodnocení maziv a opotřebení strojů prostřednictvím maziv.

Problematika mazání valivých nápravových ložisek plastickými mazivy vyvolala výzkumné práce, týkající se komplexního řešení jejich exploatačních vlastností, a v poslední době i jejich posouzení z hlediska ekologického.

Nedestruktivní zkoušení

Výzkum v oboru nedestruktivního zkoušení v železniční dopravě navázal na vývoj vhodných defektoskopických přístrojů, který byl v ústavu započat již v jeho počátcích. Vyvinuté ultrazvukové defektoskopy, rezonanční kolejnicový defektoskop D-3 a impulzový defektoskop D-4 (první tohoto druhu v naší republice) a dodané v počtu dvaceti kusů, po výrobě v ústavu, k dispozici železničnímu provozu, vyvolaly podnět k ustavení samostatné výzkumné pracovní skupiny „nedestruktivní defektoskopie“. Ta se zaměřila nejen na využití ultrazvukové defektoskopie, ale i ostatních metod nedestruktivního zkoušení materiálu všude tam, kde bylo potřeba zajistit bezpečnost železniční dopravy a vyloučit ztráty vznikající z poruchovosti materiálu a součástí kolejových vozidel a železničních tratí.

Byla vypracována řada, dosud platných a používaných, technologických postupů pro nedestruktivní zkoušení kolejnic a jejich svarů, jazyků výhybek, náprav, kotoučů železničních kol, ocelových mostů, drážních dříkových izolátorů, a v neposlední řadě i vypracování souboru technologických postupů pro zkoušení lan lanových drah, včetně katalogu vad lan. Pro tuto činnost byl vyvinut prototyp soupravy defektografu pro lana lanových drah a po jeho ověření byl zaveden v několika kusech do provozu.

Velmi užitečnou a dosud používanou metodikou nedestruktivního zkoušení je metodika na zkoušení hlavních a podpěrných listů pružnic.

Kromě „klasického“ použití a aplikace nedestruktivních metod na zkoušky materiálu a částí bylo předmětem zájmu oblasti materiálu i využití radioizotopů v železničním provozu.

Oblast materiálu byla rovněž pověřena funkcí Ústředního defektoskopického střediska v dopravě, a jako takový metodicky řídil jednotlivá hlavní defektoskopická střediska, prováděl školitelskou a poradenskou službu a vypracovával a zaváděl nové nedestruktivní metody ve všech odvětvích dopravy.

Životnost a spolehlivost konstrukčních celků

Pokrok ve zkušebnictví, vyvolaný celkovým technickým pokrokem, a zvláště pak pokrokem v konstrukci zkušebních strojů vybavených počítačovou technikou, umožnil kvalitativně i kvantitativně vyšší úroveň posuzování životnosti a spolehlivosti nejen samotných materiálů, ale i rozměrných konstrukčních celků a komponentů kolejových vozidel.

Nová situace ve zkušebnictví v podmínkách ČSD nastala po otevření Dynamického zkušebního stavu VÚŽ v Cerhenicích. Dráha tak dostala možnost získat více informací o kvalitě komponentů kolejových vozidel realizací jejich zkoušek na zkušebních strojích, jejichž výkonný a nejmodernější řídicí systém umožňuje simulaci provozních zatížení v podmínkách zkušebny. Tato možnost byla konkrétně dokázána při realizaci řady zkoušek, z nichž uvádíme ty nejzajímavější:

- komplexní zkoušky podvozku Y 25 Lss a jeho modifikací pro různé odběratele po celém světě,
- zkouška rámu podvozku Görlitz V pro modernizaci vozového parku ČD, kdy hlavním cílem bylo posouzení zbytkové životnosti těchto, již řadu let provozovaných podvozků. Navíc bylo třeba posoudit a odhalit případná slabá místa v konstrukci a ověřit odolnost konstrukce proti předpokládanému provoznímu namáhání a v neposlední řadě ukázat závady v technologii provádění rekonstrukce,
- zkoušky nákladního podvozku 26 – 2.8 jako podklad pro rozhodnutí provést rekonstrukci podvozku za účelem výrazného zlepšení chodových vlastností. Bylo třeba stanovit únavovou pevnost v předem vytypovaných uzlech a místech konstrukce a rovněž posoudit rychlost šíření případně vzniklých trhlin ve vztahu ke zbytkové životnosti podvozku.

Ekologické problémy železničního provozu

Koncem 70. let začala být otázka ochrany životního prostředí natolik aktuální, že v rámci oblasti materiálů a technologie byla vyčleněna skupina pracovníků, zabývající se

touto problematikou. I tato skupina úspěšně řešila řadu problémů a výzkumných úkolů, z nichž za zmínku stojí:

- Ochrana vody před znečištěním ropnými a jinými škodlivými látkami.
- Výzkum opatření na ochranu vod v jednotlivých lokalitách ohrožených provozem ČSD.
- Výzkum opatření na ochranu podzemních vod ohrožených ČSD v oblasti Žitného ostrova.
- Výzkum ochrany zdrojů vod ohrožených ČSD v jihočeském, východočeském a západočeském kraji.
- Biologická odbouratelnost maziv.

K nástinu historie tohoto oboru bezesporu patří jmenovat pracovníky, kteří se o jeho rozvoj zasloužili a posunuli hranici vědění o kousek dopředu:

kovové materiály - S. Šibrava, Ing. A. Sklenář, Ing. V. Kohoutek, Ing. V. Baláček, A. Mašín,
F. Heřmanský, dipl. tech., M. Červený, Ing. P. Hudec, Ing. A. Šmíd,
Ing. J. Kout, CSc.

plastické hmoty - Ing. Z. Třešňák, F. Král, Ing. S. Krpcová, CSc., Ing. M. Sainerová

oleje a plastická maziva - Ing. L. Kaválek, CSc., Ing. J. Žák, RNDr. Z. Kissling, Ing. B. Straka, CSc., M. Balhar

nedestruktivní zkoušení – Ing. J. Koutník, Ing. J. Martinec, J. Krejča, Ing. P. Růžička

ekologické problémy železničního provozu – RNDr. J. Huzlík, RNDr. J. Švanda.

Závěr

Za dobu existence železničního materiálového výzkumu a zkušebnictví vyřešil kolektiv řady vynikajících odborníků úkoly, jejichž realizované výsledky přispěly k zajišťování a zvyšování bezpečnosti a hospodárnosti železničního provozu, k rozvoji železniční dopravy a v neposlední řadě k obohacení oboru materiálů a materiálového zkušebnictví. Výsledky úkolů měly samozřejmě i dopad na výrobní sféru.

V souvislosti s úspěšnou existencí železničního výzkumu si autor článku nemůže odpustit vyjádřit přesvědčení, že důvody, které kdysi vedly k založení pracoviště zabývajícího se výše prezentovanou činností, jsou stále aktuální a oprávněné. Bylo by velmi neprozřetelné, a ke škodě železnice, se těchto aktivit zbavit a dále je nerozvíjet.

Literatura

- [1] Kartotéka archivu oblasti materiálů a technologie (08) VÚŽ
- [2] Spazier, R.: „Ústředí pro zkoušení a výzkum železničního materiálu“. In. Zprávy železničních inženýrů, roč. IV., č. 2. Brno 1927
- [3] Kaválek, L.: „15 let Výzkumného ústavu dopravního“. Praha 1969
- [4] Sborník přednášek z mezinárodní konference „30 let železničního výzkumu v ČSSR“. Praha 1980
- [5] Sainerová, M.: „Prvky z polymerních materiálů v konstrukci železničního svršku“. In. Nová železniční technika, roč. 6, č. 4. Praha 1998

V Praze, únor 2000