

Prof. Ing. Eva Tillová, PhD.

Katedra materiálového inžinierstva
Strojnícka fakulta Žilinskej univerzity
Univerzitná 1, 010 26 ŽILINA
Slovenská republika

Tel.: 00 421-41-513 6007, Fax: 00 421-41-565 2940
e-mail: eva.tillova@fstroj.uniza.sk

OPONENTSKÝ POSUDOK DIZERTAČNEJ PRÁCE

Ing. Štefana ČORNÉHO:

Aplikácie vybraných inštrumentálnych metód v tribotechnickej diagnostike

Práca Ing. Štefana ČORNÉHO bola vypracovaná v rámci doktorandského štúdia na Dopravnej fakulte Jana Pernera Univerzity Pardubice. Zaoberá sa využitím vybraných inštrumentálnych metód ako sú analytická ferografia, rastrovací elektrónová mikroskopia a infračervená spektrometria v tribotechnickej diagnostike, s cieľom nájsť, analyzovať a zovšeobecniť vzťahy medzi charakteristickými parametrami oterových častíc zachytených v olejových filtroch a lôžkach ložísk, priebehom opotrebenia mazív a výmennými lehotami olejových náplní vo vybraných dopravných prostriedkoch.

Téma dizertačnej práce odpovedá odboru dizertácie Dopravné prostriedky a infraštruktúra a považujem ju za vysoko aktuálnu.

V súčasnosti sa starostlivosť o strojné zariadenia a ich olejové systémy opäť dostáva do popredia. Pre dlhodobú a spoľahlivú prevádzku je veľmi dôležité uprednostňovať prevenciu pred odstraňovaním poruchovosti zariadení. Tribotechnická diagnostika vychádza z poznania, že olej po určitej dobe používania odráža stav zariadenia a podmienky jeho prevádzky. Prevádzkovaný olej je rýchlym tribotechnickým informátorom o režime opotrebovania zariadenia, o jeho trende a dáva možnosť prognózy medzného opotrebenia, resp. havarijného stavu. Tribotechnická diagnostika, ako jedna z metód bezdemontážnej technickej diagnostiky, je založená na analýze použitého oleja, sledovaní priebehu jeho starnutia v prevádzke a posudzuje veľkosť zmeny intenzity a stupňa degradácie oleja na zmenu úžitkových vlastností, a tým aj schopnosť oleja zabezpečiť bezporuchovú prevádzku zariadenia.

V práci prezentované porovnanie hodnotenia morfológie častíc pomocou obrazovej analýzy a klasickej analytickej ferografie, v kombinácii s výsledkami spektrálnej analýzy, potvrdzuje dôležitosť kombinácie rôznych inštrumentálnych metód pri vyhodnocovaní stavu opotrebenia konštrukčných uzlov dopravných prostriedkov mazaných olejom alebo plastickým mazivom.

Dizertačná práca predložená k obhajobe má 95 strán textu, 178 obrázkov a 8 tabuliek. Teoretické východiská svojej dizertácie spracoval autor vrátane úvodu v 2 kapitolách - „Analýza súčasného stavu“ (kap. 2) a „Princípy vybraných inštrumentálnych metód a ich tribotechnické aplikácie“ (kap. 3). Počet strán 30, ktoré dizertant venoval tomuto rozboru problematiky považujem za postačujúci, aj keď rešerš súčasného stavu poznania v oblasti tribotechnickej diagnostiky mohla byť podľa môjho názoru, s ohľadom na charakter práce a použité literárne zdroje, oveľa komplexnejšia. Ciele a vlastný experimentálny program dizertačnej práce by mali vyplynúť z kritického rozboru poznania v danej oblasti, dizertant sa však od samého začiatku svojej práce zamerlal len na 3 vopred definované metódy - ferografiu, obrazovú analýzu a spektrálnu analýzu, ktoré rozobral, resp. popísal aj v teoretickej časti práce.

Táto je aj napriek tejto mojej výhrade usporiadaná logicky, je vhodne zameraná, spracovaná na primeranej úrovni. Rozbor poznatkov vychádza z výberu 54 literárnych prameňov (40 prác, t. j. 74 % je z posledných 10 rokov), orientovaných prevažne na riešenu problematiku. Za pozitívne považujem, že dizertant citoval aj vlastné práce (5 prác) a práce zo školiaceho pracoviska, ktoré je v oblasti tribotechnickej diagnostiky známe doma aj v zahraničí.

Dizertačná práca má rozsiahlu experimentálnu časť (63 strán), ktorú tvoria podkapitoly venované analýze motorových olejov použitím kombinácie ferografie, obrazovej analýzy a FTIR spektrometrie; štúdiu možností kombinácie týchto metód pri analýze plastických mazív; návrhu metodiky hodnotenia morfológie častíc pomocou obrazovej analýzy a analýze izolovaných častíc s využitím rastrovej elektrónovej mikroskopie.

Pre vlastný postup riešenia práce dizertant použil pomerne veľké množstvo vzoriek: vzorky motorových olejov z motorového vozňa, vzorky plastických mazív z motorových vozňov a z vojenských vozidiel, vzorku oleja z havarovaného motora osobného automobilu, častice opotrebenia získané separáciou z olejových filtrov a častice zachytené v lôžkach klzných ložísk. Pre porovnávacíe analýzy boli použité aj vzorky olejov z archívu Univerziténeho ekologického centra. Ing. Čorný spracoval množstvo experimentálnych výsledkov, preukázal veľmi dobrú experimentálnu zručnosť, schopnosť nielen pôvodné výsledky získať, ale ich aj spracovať, posúdiť a vhodne interpretovať.

Ciele dizertačnej práce, ktoré boli definované v kap. 4 na str. 36 boli splnené. Dizertant získal pôvodné výsledky, ktoré sú dobre reprodukovateľné a majú odpovedajúcu výpovednú hodnotu. Za prínos práce pre prax považujem dizertantom navrhnutý a na reálnych vzorkách otestovaný postup, ktorého cieľom je zvýšenie informačnej hodnoty časticovej analýzy kombináciou konvenčnej ferografie a EDX mikroanalýzy získaných ferogramov.

Dizertačná práca je z pohľadu terminologického spracovaná zodpovedne, grafická úroveň práce je dobrá. Dizertant sa však nevyhol určitým drobným nepresnostiam ako napr.: v texte nie sú citované práce [41], [54], [65] až [69]; pokiaľ je uvedená v obrázku mierka, použité zväčšenie sa neuvádza (obrázky z REM); označenie SEM sa používa v anglických textoch (SEM - scanning electron microscopy, v CZ lebo SK prácach používame označenie REM - rastrovacía elektrónová mikroskopia); zaujímavé by bolo, keby dizertant na všetky v práci použité vzorky olejov a mazív aplikoval rovnaké postupy. Niekde totiž porovnáva výsledky klasickej ferografie s výsledkami obrazovej analýzy, niekde porovnáva ferografiu len s výsledkami EDX a analýza tvarových faktorov absentuje (kap. 5.7).

Rovnako nesúhlasím s tvrdením dizertanta, ktoré uvádza v záveroch svojej dizertačnej práce na strane 100 ^{2. odst.} „V prípade potreby je tak možné získať výsledky časticovej analýzy v krátkom čase a bez kvalifikovaného personálu...“. Obsluhovať rastrovací elektrónový mikroskop a vykonávať EDX analýzy tak, aby boli zmysluplné a mali potrebnú vypovedaciu schopnosť, môže len plne kvalifikovaný pracovník, čo potvrdzuje nakoniec aj dizertant (s. 101 ^{3. odst.}).

K práci mám tieto otázky a námety do diskusie:

- *Okrem v práci popísanej ferografie, aké ďalšie metódy môžeme použiť na stanovenie/analýzu častíc vznikajúcich opotrebením?*
- *Môžeme výsledky experimentálneho štúdia vzájomného vzťahu medzi morfológickými charakteristikami častíc a ich chemickým zložením (obr. 140, s. 81 a kap. 5.5.1) zovšeobecniť?*
- *Aký je vzťah medzi charakteristickými parametrami oterových častíc a priebehom opotrebenia mazív?*

Súčasťou hodnotenia boli aj tézy dizertačnej práce (v slovenskom a anglickom jazyku). Tézy v požadovanom rozsahu a obsahu informujú technickú verejnosť o získaných výsledkoch. Odporúčala by som však v tézach v anglickom jazyku dôsledne dodržať preklad, pretože slovenské popisy v obr. 1, obr. 2, obr. 3 a tab. 1 zhoršujú vypovedaciu schopnosť.

Deklarované publikácie autora (kap. 7) sa vzťahujú k riešenej problematike (6 prác) a získané výsledky boli publikované doma aj v zahraničí. Absentujú však práce dizertanta prezentujúce získané výsledky v posledných 2 rokoch.

Záverom možno konštatovať, že dizertačná práca Ing. Štefana ČORNÉHO spĺňa obecné uznávané požiadavky kladené na práce tohto druhu. Má požadovanú odbornú úroveň, jednoznačne prináša poznatky vedúce k praktickým aplikáciám a jej riešením dizertant preukázal spôsobilosť na samostatnú a tvorivú vedeckú prácu.

Dizertačnú prácu odporúčam k obhajobe a v prípade úspešnej obhajoby odporúčam Ing. Štefanovi ČORNÉMU udeliť vedecko-akademický titul Ph.D. (doctor) v odbore Dopravní prostriedky a infraštruktúra.

prof. Ing. Eva Tillová, PhD.

V Žiline, 20. 2. 2013