

Posudek bakalářské práce

Název práce: Vliv olejových aditiv na tribologické vlastnosti DLC povlaků

Autor: Vojtěch Klečka

Vedoucí práce: Ing. Ladislav Cvrček, Ph.D.

Předložená bakalářská práce se zabývá problematikou tření a opotřebení titanem dopovaných povlaků DLC ve vzduchu a ve zvolených lubrikantech. Práce si vytkla za cíl zmapovat chování těchto povlaků v oleji, který byl modifikován přidáním vhodného aditiva, přičemž hlavním úkolem bylo posoudit vliv těchto aditiv na tribologii.

Autor svou práci člení do třech hlavních kapitol - Teoretická část, Cíle práce a Experimentální část. Teoretická část je rozdělena do pěti podkapitol, ve kterých se autor stručně zabývá historií tribologie a jejím významem v technické praxi; dále se věnuje jednotlivým druhům tření, přičemž důraz klade zejména na tření kapalinné. Stručně je probрана problematika Stribeckovy křivky a následuje výčet typických metod měření koeficientu tření a míry opotřebení. Poslední kapitola teoretického úvodu pojednává o technologii povrchových úprav. V teoretické části chybí na mnoha místech textu odkazy na reference. Pokud se v textu odkazy vyskytují, nejsou číslovány vzestupně, což však vyžaduje norma pro bibliografické citace. Velkým problémem jsou i četné gramatické chyby v textu. Další výtka směřuje k převzatým obrázkům. V obrázku 3 autor ponechal označení oblastí kontaktních ploch ze zdrojové literatury, nicméně tyto popisky v textu své práce nevysvětlil. Dále je nepřipustné, aby obrázky vložené v českém textu měly anglické popisky (např. Obr. 5, 7, 8, 9 a další). Některým obrázkům chybí v textu odkazy. Domnívám se, že autor při zpracování práce nepoužil automatické formátování textu v textovém editoru. Ve formátovaném textu by se neobjevily rozdíly mezi názvy kapitol v obsahu a v textu (kap. 3.1 a 3.2), nechyběly by odkazy na obrázky, tabulky a grafy a dále by reference byly řazeny vzestupně. Bakalářská práce je první rozsáhlejší práce, kterou student zpracovává, automatické formátování by měl používat rutinně. Po obsahové stránce je teoretická část zpracována přehledně a zmiňuje většinu problematik, které je třeba brát v úvahu při diskusi výsledků. Na druhou stranu jsou zmínky o Hertzově tlaku (kap. 4.4), využití povlaků v biomedicíně (úvod kapitoly 5) a metodě LST pro praktickou část práce zbytečné, protože se jim tato bakalářská práce nevěnuje.

Praktická část práce popisuje nejprve použité materiály a přístrojovou techniku (kap. 6), poté následují naměřené výsledky a stručná diskuse (kap. 7 a 8). Celá praktická část má cca 20 stran, z toho vlastní výsledky měření včetně diskuse zabírají pouhých 11 stran. V praktické části by měl autor dodržovat jednotný způsob prezentace - nejprve popsat přístrojovou techniku a obecný postup vyhodnocení naměřených dat a následně se věnovat výsledkům vlastního měření. V popisu přístrojové techniky však autor uvádí postup stanovení tloušťky povlaku metodou Calotest včetně číselného výsledku, obecný postup hodnocení tření a opotřebení je ale až v kapitole prezentující výsledky měření. V praktické části nacházím několik problémů. Není mi jasné, proč autor zařadil do seznamu měřených vzorků nepovlakovaný vzorek upravený plazmovou nitrací, když plazmová nitridace není ani součástí zadání práce a ani není zmíněna v teoretickém úvodu. Další sporné záležitosti předkládám ve formě dotazů k obsahově:

1. Chápu-li správně rozpis jednotlivých měření na vzorcích (str. 29), použil autor jeden vzorek pro testy ve všech prostředích (na vzduchu, v oleji bez aditiv i s aditivou). Nikde však nenacházím uvedení pořadí měření jednotlivých otěrových stop a počtu naměřených vzorků pro

statistiku výsledků. Zejména pořadí otěrových stop na vzorku je velmi důležité. Jakým způsobem bylo zamezeno kontaminaci povrchu olejem a aditivy před následujícím testem?

3. Autor definuje opotřebení na vzorku na základě idealizace profilu stopy (dle zastaralé normy ASTM). Na snímcích stop je však patrné, že v mnoha případech neodpovídá teoretická hloubka stopy naměřené šířce stopy. Postup vyhodnocení sám autor poté zpochybňuje (str. 34). Je tedy vyhodnocení opotřebení správné? Jaký je současný trend hodnocení takového opotřebení?

4. V diskusi výsledků je zmíněno, že velikost opotřebení je přímo úměrná hodnotě koeficientu tření. Taková explicitní závislost však neexistuje. Ostatně v knize Coatings Tribology autorů K. Holmberg, A. Matthews je toto obsáhle probíráno. Ačkoli má autor tuto literaturu doporučenou v zadání bakalářské práce, dle seznamu referencí ji bohužel nepoužil. Prosím o komentář.

5. Tribologii modifikovaných povlaků DLC se ve světě věnuje mnoho vědeckých týmů. Je známo, že příčinou nízkého tření a opotřebení těchto povlaků je existence adhezí vrstvy (third-body layer, tribolayer) v kontaktu. Tyto vrstvy mají různé složení dle podmínek testování a zejména při vyšších teplotách a v prostředí lubrikantů hrají klíčovou roli. Proč jim v této práci nebyla věnována dostatečná pozornost? Mnohé pozorované jevy by pak bylo možné vysvětlit lépe. V této souvislosti bych rád zmínil, že tento problém spíše souvisí se zadáním a náplní práce. Domnívám se, že rozsah práce nutný k dostatečnému vysvětlení tribologických jevů na třech různých vzorcích ve čtyřech typech prostředí by bez problému vydal na kvalitní disertační práci. V rámci bakalářské práce nelze toto v žádném případě obsáhnout. Oceňuji snahu autora vysvětlit jevy, se kterými se v měřeních setkal. Bohužel provedená měření vyžadují hloubkovou analýzu (studium tribovrstvy, sběr a analýza otěrových částic, atd.), která je velmi náročná a rozhodně přesahuje požadavky kladené na bakalářskou práci.

6. V praktické části práce jsou několikrát zmíněny možné projevy výsledků v praktických aplikacích (snížení opotřebení motoru, zklidnění chodu motoru, atp.). Jaká je "přenositelnost" laboratorního testu pin-on-disk do praxe? Lze definovat určitou podobnost, nebo nelze praktické výsledky vůbec předjímat?

7. Na některých snímcích testovacích kuliček je patrné, že kulička byla po testu pouze pootočená a využita k dalšímu testu. Může autor popsat klíč, podle kterého kuličky používal? Můžeme jednoznačně vyloučit možnost kontaminace povrchu kuličky z předchozích testů?

Závěrem konstatuji, že bakalářská práce přes zmíněné nedostatky splňuje stanovené cíle. Autor projevilschopnost samostatné práce, většina výtek je spíše formálního charakteru. Úroveň práce je dobrá, výsledky a jejich diskuse splňují požadavky kladené na bakaláře. S ohledem na výše zmíněné navrhuji hodnocení práce:

B (velmi dobře)

V Praze, dne 19. srpna 2015



Ing. Tomáš Vítů, Ph.D.
Ústav aplikované matematiky
Fakulta dopravní ČVUT