

Zařízení pro nanášení olejových vrstev

Bc. Andreas Kopřiva^{1,*}, Ing. Jan Kudláček, Ph.D.¹

¹ ČVUT v Praze, Fakulta strojní, Ústav strojírenské technologie, Technická 4, 166 07 Praha 6, Česká republika

Abstrakt

Tento článek je zaměřen na vytvoření nové metody pro nanášení olejového filmu na vzorky. Vychází z předchozí bakalářské práce a je základem pro další práci. V tomto článku je popsáno provedení kalibrace oleje a provedení experimentu a jeho možný vývoj. Provedení experimentu je rozděleno do dvou částí. První částí je mechanické nanášení a druhou částí je nanášení pomocí odpařování za sníženého tlaku. Dále je zde popsáno zařízení využívané pro kontrolu olejového filmu.

Klíčová slova: olej; olejová vrstva; odpařování oleje; Recognoil

1. Úvod

V dnešní době je čistota povrchu nedílnou součástí všech povrchových úprav. Dosáhnout však dokonalé čistoty povrchu není vždy jednoduché. Jsou ale také případy, kdy se snažíme povrch co nejvíce zamaštit. Může se jednat například o oleje používané při tváření. Nebo se může jednat o vytvoření rovnoměrně zamaštěného povrchu, na kterém se následně bude testovat účinnost odmašťovacích prostředků.

V rámci výzkumu na Ústavu strojírenské technologie ČVUT v Praze a ve spolupráci s firmou TechTest byl realizován experiment za použití zařízení pro přímou detekci mastných nečistot – Recognoil. Cílem experimentu bylo z několika odmašťovacích prostředků vybrat takový, který při doporučených parametrech ředění a provozních teplotách stanovených výrobcem bude vykazovat nejvyšší odmašťovací účinnost.

Nanášení olejového filmu na vzorky zde probíhalo pomocí vypouštěcí metody. To probíhalo tak, že se nejprve do nádoby s vypouštěcím ventilem nalila směs technického benzínu a oleje. Poté se do této nádoby vložil vzorek a po 1 minutě se otevřel ventil a směs byla vypuštěna. Následně se vzorek vyndal z nádoby a nechal oschnout. Takto zamaštěný vzorek však vykazoval velmi nerovnoměrné rozložení olejového filmu. Z tohoto důvodu byl navrhnout navazující experiment na vytvoření zařízení pro nanášení olejového filmu.

2. Návrhy zařízení

Při navrhování zařízení bylo potřeba postupovat tak, aby výsledný návrh byl vhodný k přípravě vzorků. Tím je myšleno především rychlé a kvalitní nanesení olejové vrstvy. Důležitá je také reprodukovatelnost nanášení. Z těchto důvodů bylo nejprve navrženo zařízení, pomocí kterého bude olejová vrstva nanášena a následně upravována mechanicky. Toto zařízení bude upraveno v několika variacích.

Druhý návrh zařízení je zaměřen spíše na kvalitativní nanášení olejové vrstvy. Jedná se o možné odpařování oleje za sníženého tlaku a následné usazování na vzorku.

2.1 Měření oleje

Než bylo možné začít s měřením, bylo nutné provést kalibraci detekčního zařízení na daný olej. Kalibrací je zde myšleno zjištění podmínek, za kterých je zařízení schopné detekovat olejovou vrstvu. Jedná se o tvářecí olej Total Martol EP 180.

Tabulka 1. Vlastnosti oleje Total Martol EP 180

hustota [kg/m ³]	1055
viskozita při 40°C [mm ² /s]	177
bod vzplanutí [°C]	228
barva	jantarová
korozivní účinnost (stupeň)	1a

Kalibrace tohoto oleje na detekční zařízení byl provedena již v předchozí práci. Tuto kalibraci však nelze použít, jelikož nebyla provedena s čistým olejem, ale jen s ředěným olejem.

Pro tuto práci byla provedena odlišná kalibrace. Byly použity 4 hliníkové plechy. Tyto plechy se nejdříve přesně změřily, odmastily a zvážily. Poté na ně byl nanesen olej pomocí vypouštěcí metody. Následně se vzorky zvážily a změřily pomocí detekčního zařízení – třikrát na každé straně. Na zařízení musela být nastavena detekční doba 10 ms z důvodu velkého množství oleje a tím pádem i vysoké fluorescence. Poté se pomocí stěrky setřela olejová vrstva z obou stran a následovalo opět vážení a měření. Toto se opakovalo ještě jednou. Z naměřených hodnot bylo možné vypočítat průměrnou tloušťku vrstvy a přiřadit k ní fluorescenci.

$$t_v = \frac{m_v}{S_p \rho_o} \cdot 10^3 \quad (1)$$

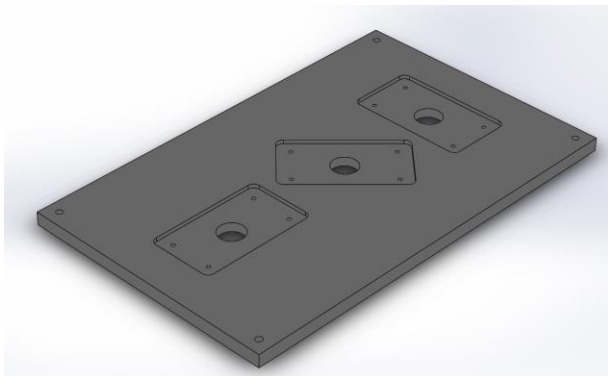
* Kontakt na autora: Andreas.Kopriva@fs.cvut.cz

Tabulka 2. Výsledky kalibrace - plech 1 a 2

Plech	1	2
Rozměr [mm]	144x91x1	141x90x1
Plocha [mm ²]	26665	25829
Hmotnost čistá [g]	26,44004	25,85551
Hmotnost po smáčení [g]	27,83177	27,05588
Hmotnost vrstvy [g]	1,39173	1,20037
Tloušťka vrstvy [μm]	4,95	4,41
Hmotnost 1. setření [g]	26,50007	25,91481
Hmotnost vrstvy [g]	0,06003	0,0593
Tloušťka vrstvy [μm]	0,21	0,22
Hmotnost 2. setření [g]	26,47923	25,89211
Hmotnost vrstvy [g]	0,03919	0,0366
Tloušťka vrstvy [μm]	0,14	0,13

2.2 Mechanické nanášení

K vytvoření zařízení pro mechanické nanášení bylo využito poznatků z kalibrace. Hlavním principem je stírání oleje ze vzorku. Vzorky byly požitý opět hliníkové, ale tentokrát o stejných rozměrech 89x51x05 mm. Kvůli opakovatelnosti a rychlosti nanášení byl použit rám z 3D tiskárny, který má možnost 3-osého pohybu. Na spodní pohybový stolek byla umístěna deska na vzorky. Vzorky mohou být umístěny ve 3 polohách. Na pojezdu v ose Z byla umístěna stěrka – možnost regulace tlaku na vzorky.


Obrázek 1. Deska na vzorky

Samotné nanášení oleje probíhalo pomocí válečku jen na vrchní stranu. Vrstva se zvažila a změřila pomocí detekčního zařízení. Poté se vzorky vložily na desku a proběhlo setření pomocí stěrky. Následovalo opět vážení a měření pomocí detekčního zařízení. Toto se opakovalo ještě jednou. Měření probíhalo na 3 sadách vzorků (dohromady tedy 9 vzorků). Pro výpočet byl použit stejný vzorec jako při kalibraci. Výslednou vrstvu lze hodnotit jak pomocí tloušťky vrstvy, tak pomocí fluorescence.

Tabulka 3. Výsledky měření - tloušťka vrstvy

Plech	1	2	3
Rozměr [mm]	89x51	89x51	89x51
Plocha [mm ²]	4525	4525	4525
Hmotnost čistá [g]	7,43916	7,41499	7,40213
Hmotnost po smáčení [g]	7,76537	7,73957	7,69726
Hmotnost vrstvy [g]	0,32621	0,32458	0,29513

Tloušťka vrstvy [μm]	1,80	1,79	1,63
Hmotnost 1. setření [g]	7,47497	7,44987	7,445
Hmotnost vrstvy [g]	0,03581	0,03488	0,04287
Tloušťka vrstvy [μm]	0,20	0,19	0,24
Hmotnost 2. setření [g]	7,46327	7,44471	7,44042
Hmotnost vrstvy [g]	0,02411	0,02972	0,03829
Tloušťka vrstvy [μm]	0,13	0,16	0,21

Tabulka 4. Hodnoty fluorescence

Vzorek	1	2	3
Nanesení válečkem	248106	252517	251148
	252285	252561	251988
průměr	250195,50	252539,00	251568,00
1. setření	82564	72760	91636
	77249	102551	100290
	79884	74112	69550
průměr	79899,00	83141,00	87158,67
2. setření	68439	71943	85832
	63677	67677	80000
	67694	66292	79634
průměr	66603,33	68637,33	81822,00

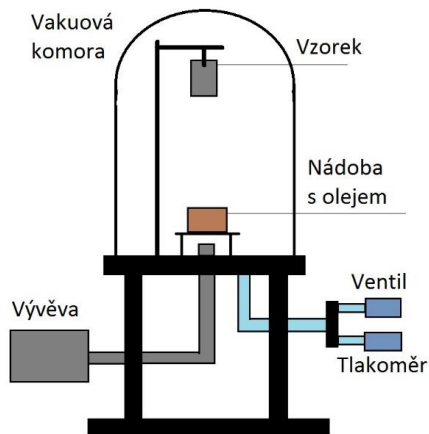
Z měření hmotnosti je patrný úbytek hmotnosti, ale při měření fluorescence se nedostalo na nižší hodnoty. Toto nejspíše nastalo ustálením vrstvy po druhém setření. Proto není nutné další setření. První deska je ze dřeva a tudíž nemá úplně ostré hrany. To mohlo také ovlivnit měření. Další deska bude z oceli vypálená na laseru. Proto bude možné použít větší přítlak stěrky a tím pádem jedno setření.

Toto zařízení bude dále modifikováno. První úpravou bude připevnění válečku s možností dávkování oleje. Dále bude použit stlačený vzduch pro nanášení. Prvním použitím budou ploché trysky, které budou na vzorky nanášet olej stříkáním. Dále by se dalo využít stlačeného vzduchu ke stírání oleje pomocí vzduchového nože.

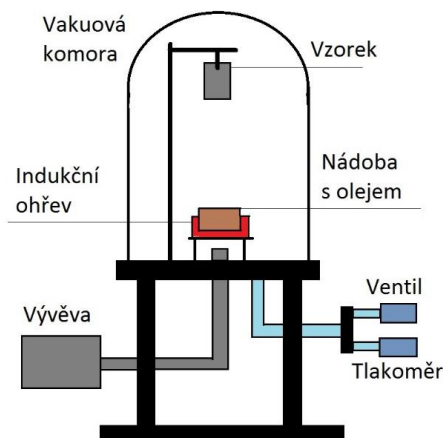
2.3. Nanášení pomocí odpařování

Experiment je založen na využití tenze olejových par pro nanášení olejového filmu na vzorky. Princip využití tenze olejových par vychází z faktu, že při sníženém tlaku má olej mnohem nižší teplotu varu. Pro tyto účely bude využito staré zařízení, používané pro nanášení PVD povlaků. Zařízení se bude skládat z hlavního stojanu, na kterém bude utěsněná skleněná nádoba. Uvnitř se bude nacházet nádoba s olejem a nad ní zavěšený vzorek. Ze stojanu vedou 2 vývody. Jeden na připojení k vývěvě a druhý pro připojení zavzdušňovacího ventilu a také tlakoměru.

Rovnoměrného nanesení olejového filmu by mělo být dosaženo pomocí postupného odpařování oleje. Vzorek bude nejdříve pověšen svisle nad nádobou s olejem, ale v rámci měření se bude polohovat. Pokud bude nízká kondenzace oleje na vzorku, bude vhodné zajistit chlazení vzorku. Pokud bude naopak nízká tenze par za sníženého tlaku, bude vhodné zajistit přídavné zahřívání nádoby s olejem. To se může zajistit pomocí přídavného indukčního ohřívání.



Obrázek 2. Schéma aparatury bez ohřevu



Obrázek 3. Schéma aparatury s ohřevem

3. Detekce zamaštění povrchu

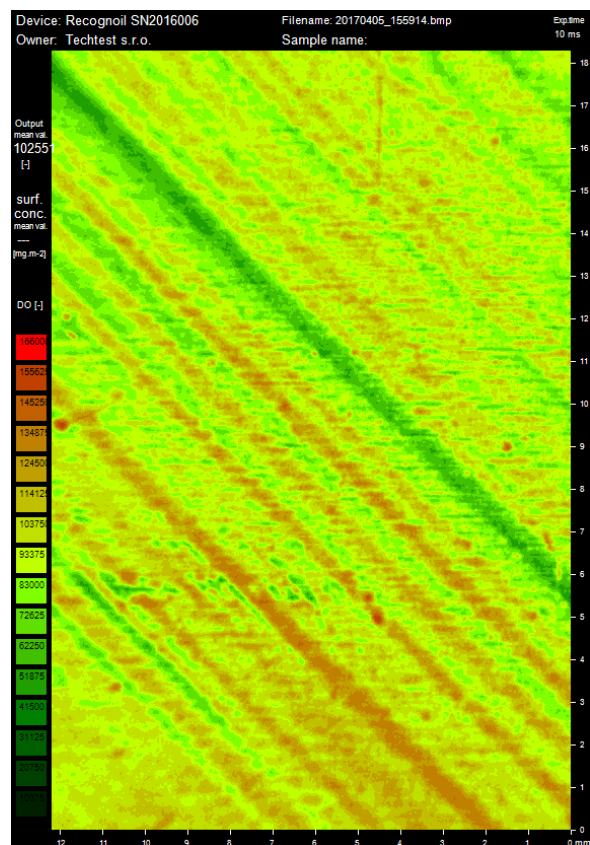
Po nanesení oleje na povrch vzorku bude nutné zjistit stav zamaštění. To bude probíhat pomocí zařízení pro přímou detekci mastných nečistot – Recognoil.

Recognoil je elektronický analyzátor fluorescence se zaměřením na detekci mastných látek, nahrazuje neobjektivní a mnohdy i náročné metody kontroly znečištění povrchu (testovací fixy a inkousty k určení povrchového napětí, metodu porušení souvislého vodního filmu apod.). Podstatou principu detekce je vyvolání luminiscence kontaminujících látek, její zachycení a následné vyhodnocení pomocí dodávaného softwaru. V případě kontroly odmaštění jsou vodítkem pro určení kvality povrchu hodnoty fluorescence detekované přístrojem Recognoil v závislosti na množství výskytu zbylých nečistot. Čím nižší hodnota fluorescence, tím je odmaštění důkladnější. Touto cestou lze optimálně nastavit parametry odmašťovacího procesu tak, aby bylo dosaženo požadovaného stupně čistoty povrchu. Součástí výstupu je obrazový snímek povrchu předmětu doplněný údaji ze softwaru Professional, který slouží jako protokol o provedeném měření. Samotné měření pomocí zařízení Recognoil je bezkontaktní (resp. spočívá pouze v přiložení přístroje na po-

vrch předmětu a vyhotovení snímku) a představuje tak velice rychlý a nedestruktivní způsob testování, jenž neovlivňuje vlastnosti celého objektu ani jeho povrchu.



Obrázek 4. Software zařízení Recognoil



Obrázek 5. Obrazový výstup ze zařízení Recognoil

4. Závěr

V tomto článku jsou obsaženy dosavadní výsledky diplomové práce. Přínosem této práce by mohlo být nejen vytvoření zařízení pro nanášení rovnoměrného olejového filmu, ale také zjištění podmínek pro vytvoření rovnoměrného olejového filmu. Toho by mohlo být využito nejen pro následné zkoušení odmašťování ale i pro jiné technické aplikace. Dále by tato práce mohla být základem pro vytvoření vhodnějšího „mobilního“ zařízení.

Poděkování

Chtěl bych poděkovat společnosti TechTest s.r.o. za zapůjčení detekčního zařízení Recognoil. Také bych chtěl poděkovat Ústavu fyziky FS ČVUT za poskytnutí aparatury pro nanášení pomocí odpařování.

Seznam symbolů

m_v hmotnost olejové vrstvy (g)
 S_p celková plocha vzorku (cm²)
 t_v tloušťka vrstvy (μm)
 ρ hustota (g·cm⁻³)

Literatura

- [1] KOPŘIVA, Andreas. Porovnání účinnosti odmašťovacích prostředků. Praha, 2015. Bakalářská práce (Bc.). České vysoké učení technické v Praze. Fakulta strojní, ústav strojírenské technologie. Vedoucí práce Jan Kudláček.
- [2] KOPŘIVA, Andreas. The device for oil film coating. In: Technological forum 2016. 2016, s. 73-75. ISBN 978-80-87583-17-3.