

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

FAKULTA TEXTILNÍ



LUCIE SVOBODOVÁ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

1999

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ

Obor
Textilní a materiálové inženýrství

Zaměření
Textilní materiály a zkušebnictví

Zkoušení opotřebení podlahových krytin
Examination of abrasive wear of the carpets

Lucie Svobodová
KTM - 361

Vedoucí práce: Doc. Ing. Bohumila Košková, CSc., fakulta textilní
Konzultant: Ing. Bohuslav Kubeček, Vývoj interiéru, Škoda a.s.

Rozsah práce

Počet stran: 58

Počet obrázků: 19

Počet tabulek: 6

Počet příloh: 3

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta textilní

Katedra textilních materiálů

Školní rok: 1998/99

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

pro **Lucii SVOBODOVOU**

obor: **textilní a materiálové inženýrství**

Vedoucí katedry Vám ve smyslu zákona č. 172/1990 Sb. o vysokých školách určuje toto zadání diplomové práce:

Název tématu: *Zkušební metodika pro hodnocení odolnosti automobilových podlahových koberců proti opotřebení*

Zásady pro vypracování:

- Rozeberte standardní i specifické metody (používané v a.s. Škoda) pro hodnocení opotřebení podlahových koberců z hlediska způsobu, velikosti a doby namáhání textilie při zkoušce
- Porovnejte vzhled a opotřebení koberců po jednotlivých testech, nášlapných a jízdních zkouškách se skutečným opotřebením koberců při automobilovém provozu. Pokuste se specifikovat příčiny rozdílů
- Navrhněte optimální metodiku laboratorního zkoušení odolnosti automobilových koberců proti opotřebení

KTM/THI
58.4.7.10. júl.

V 23/99T

Abstrakt

Zkoušení opotřebení podlahových krytin

Práce je zaměřena na zkoušení opotřebení podlahových krytin (koberců) v automobilech. Účelem bylo navržení optimální metodiky laboratorního zkoušení odolnosti proti opotřebení, což zahrnuje rozbor zkoušek prováděných ve firmě Škoda a.s. a řešerši daného problému.

Experimentálně bylo stanoveno, značný vliv na opotřebení mají druhy jednotlivých abraziv. Při provádění laboratorních zkoušek se používá pouze monodisperzní (stejně částice) abrazivo. Při zkoušce jízdní, tedy při skutečném namáhání působí částice polydisperzní (částice různé velikosti a složení) - přírodní abraziva. Ty však nelze obecně definovat. Proto na základě empirických poznatků byla navržena zkouška s použitím polydisperzního abraziva.

Abstract

Examination of abrasive wear of the carpets

This diploma work deals on examination of the abrasive wear of the carpets in the autos. Suggestion of the optimal method of the laboratory examinations was purpose of this work. It means examinations of resistance to abrasive wear and analysis examinations which are executed in the Škoda a. s. firm.

A big dependence of the abrasive wear of the carpets on the kind of the material, which raises a wearing was determined by this experiment.

Therefore a new examination was designed experimentally, which use a nature materials to wearing.

OBSAH

1. ÚVOD.....	9
1.1. Cíl práce.....	9
1.2 Nástin problematiky opotřebení koberců.....	10
2. TEORETICKÁ ČÁST	12
2.1.1 Pojmy pro netkané textilie.....	12
2.1.2 Princip vpichování.....	13
2.2 Používané podlahové krytiny (koberce).....	14
2.3. Použitý materiál a jeho vlastnosti.....	16
2.3.1 Požadavky na vlákna pro netkané textilie (NT).....	16
2.3.2. Přehled vlastností.....	17
2.4. Zkoušky koberců.....	18
2.4.1 Zkouška prováděná na přístroji Tretradgerät.....	18
2.4.2 Zkoušení oděru plošných textilií na rotačním oděrači Schopper.....	22
2.4.3. Zkouška na přístroji Tetrapod.....	25
2.4.4. Zkouška na přístroji typu Martindale.....	25
2.4.5 Skutečné namáhání - jízdní zkouška.....	26
2.5 Pojmy pro zkoušení oděru.....	26
3. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	28
3.1. Popis vzorků.....	28
3.2.1. Subjektivní vizuální hodnocení.....	28
3.2.2. Objektivní hodnocení vzhledu povrchu koberců pomocí systému LUCIA.....	29
3.3. Pohyb chodidla v automobilu - jízdní zkouška.....	31
3.4 Popis experimentu.....	32
3.4.1 Přístroje.....	32
3.4.2 Abrazivní schopnost.....	32
3.4.3 Zjišťování závislostí.....	33
3.5 Rozbor abraziv.....	41
3.5.1. Kruhová granulometrie částic.....	42
5. DISKUSE VÝSLEDKŮ	46
5.1 Porovnání laboratorních metod z hlediska namáhání.....	47
5.2 Stanovení komplexního kritéria hodnocení kvality laboratorního testu.....	48
5.3 Vliv abraziv na opotřebení koberců.....	52
6 . ZÁVĚR	56

Seznam použitých zkratek:

PES...polyester, nové značení PL

POP...polypropylen, nové značení PP

Q_v ...znak jakosti [1]

I ...normovaný ukazatel jakosti [1]

K_Q ...komplexní kritérium [1]

γ ...váhový koeficient významnosti [1]

M_d ...dolní mez znaku jakosti [%]

M_h ...horní mez znaku jakosti [%]

1. ÚVOD

1.1. Cíl práce

Tato diplomová práce vznikla na základě požadavků firmy Škoda a.s. Mladá Boleslav.

Spolupráce Škody a.s. s firmou VW zařadila výrobky firmy Škoda mezi světovou konkurenci. Důkazem kvality je i dodržování evropských standardů a norem.

Při výrobě automobilu se neliší pouze modely, ale i vnitřní vybavení vozů. Také stejné modely se mohou lišit materiálem a designem. Zůstává trend používat ve vybavení automobilu více textilií než dosud. Textilie plní funkci výplňkovou, krycí, teplotně vodivostní, atd.

Tato práce je zaměřena na podlahové krytiny (koberce) v automobilu. Účelem je navrhnout vhodnou metodiku laboratorního zkoušení odolnosti proti opotřebení.

V laboratořích firmy Škoda a.s. Mladá Boleslav se vyhodnocují vzorky podle podnikových a oborových norem (EN ISO, DIN). V laboratořích vývojového pracoviště hodnotí vzorky z jízdních zkoušek, v centrální laboratoři se provádí zkouška na rotačním oděrači systému Schopper. Výsledek simulační nášlapné zkoušky Tretradgerät je převzat z laboratoří firmy VW.

Laboratorní zkoušky prakticky nelze přiblížit zkouškám jízdním, neboť podmínky jízdní zkoušky nelze jednoznačně definovat. Namáhání je rozdílného typu, což se projevuje i na vzhledu koberců po zkouškách, který je naprosto odlišný po jízdní zkoušce a po laboratorním testu.

Cílem práce proto je rozebrat podmínky jednotlivých laboratorních zkoušek a zjistit příčiny, proč se vzhled koberců po laboratorních zkouškách zcela zásadně od vzhledu po zkouškách jízdních. Úkol je o to složitější, že vzhled koberců je v laboratorní praxi zpravidla hodnocen subjektivně.

1.2 Nástin problematiky opotřebení koberců

Opotřebení podlahových krytin (koberců) je spojeno s jejich používáním. Podlahové krytiny jsou v praxi vystaveny kombinovanému namáhání, které na ně působí při jejich používání a vede k jejich pozvolnému opotřebení.

Z rozmanitého namáhání, kterému je koberec vystaven, hraje důležitou úlohu odírání. Zkoušení oděru provedené za definovaných podmínek může být vodítkem pro předpokládané chování podlahových krytin (koberců) při namáhání oděrem během používání. Ve spojení se zkoušením jiných vlastností umožňuje posouzení upotřebitelnosti.

Pro zkoušení oděru podlahových krytin (koberců) byla vyvinuta řada přístrojů, které pracují různými postupy. V zásadě má oděrový zkušební přístroj vytvářet odírání mezi základním tělesem (vzorkem) na jedné straně a protilehlým tělesem (odíracím prostředkem, odíracím prvkem) na straně druhé, které v co největší míře odpovídá namáhání v praxi. Rozmanitost postupů je dána rozdílným způsobem namáhání a rozdílnými podmínkami namáhání.

Základní podmínky jsou:

- způsob styku mezi odíraným vzorkem a odíracím prvkem
- směr namáhání ve vztahu ke vzorku
- upnutí vzorku
- okolní prostředí (vzduch, kapalina)
- ovlivňující veličiny při provedení zkoušky
- odírací prostředky.

Snahou všech oděrových zkoušek je přiblížit se skutečnému namáhání. Za skutečné namáhání lze, v případě automobilových koberců, považovat koberce opotřeбенé zkouškou jízdní, viz kap. 2.4.4.

Při laboratorní simulaci skutečného namáhání je třeba brát v úvahu dva faktory:

- pohyb oděrače
- oděrací prostředky.

Je třeba porovnat vhodné metodiky laboratorního zkoušení, rozebrat z hlediska mechaniky pohybu i z hlediska abrazivního materiálu. Pod pojmem „odírání“ jsou chápány rozdílné druhy namáhání. Je tedy vhodné vybrat přístroj,

který disponuje namáháním ve více směrech.

Při zkoušení oděru se používají různé oděrové materiály (např. brusný papír, brusná tělesa, tkanina, štětiny, kov, pryž, kůže a jiné). Tyto materiály mají společnou vlastnost. Jsou monodisperzní (stejně částice). V praxi při skutečném namáhání najdeme pouze částice polydisperzní. Je tedy vhodné použít při laboratorních zkouškách částice polydisperzní. Při hodnocení výsledků laboratorních zkoušek je třeba znát přesné podmínky zkoušky, proto je nutné použité polydisperzní částice charakterizovat. Definované částice lze použít při opakované zkoušce.

Otázka polydisperzních částic je velmi složitá. Částice vyskytující se v přírodě (dále jen přírodní abraziva) jsou rozdílné.

Opotřebení není jen otázkou oděrových zkoušek, ale závisí i na kvalitě vyrobených podlahových krytin (koberců). S kvalitou souvisí technologie výroby koberců a materiál použitý při výrobě.

K pokrytí podlahy se používají netkané textilie. Zatímco výroba většiny druhů textilií celosvětově stagnuje nebo se jen pozvolna zvyšuje, nárůst výroby netkaných textilií se rok od roku zvyšuje.

2. TEORETICKÁ ČÁST

2.1.1 Pojmy pro netkané textilie

Netkaná textilie (dále jen NT) - vrstva, vyrobená z jednosměrně nebo náhodně orientovaných vláken, zpevněná mechanicky, chemicky nebo termicky (resp. kombinací dříve uvedených principů). Vláknennou vrstvu je možno kombinovat s plošnými textiliemi (tkaniny, pleteniny) nebo netextilními plošnými útvary (folie z plastických hmot, z kovů a pod.) -viz vrstvené NT.

NT mechanicky vázané - NT vyrobené z výchozí vláknenné vrstvy mechanickým provázáním jednotlivými vlákny nebo jejich svazky, anebo soustavou vazných nití.

NT pojené - NT vyrobené z výchozí vláknenné vrstvy a pojiva adhezí (adheze je souhrn chemických a fyzikálních sil působících mezi dvěma látkami, v našem případě povrch vláken a povrch pojiva). Pojivo může být v různých formách:

- tuhé (termoplasty) - vlákna, prášek, nitě, fólie, mřížka, síťoviny,
- roztok nebo disperse pojiva; může být jako kapalina, pěna, pasta.

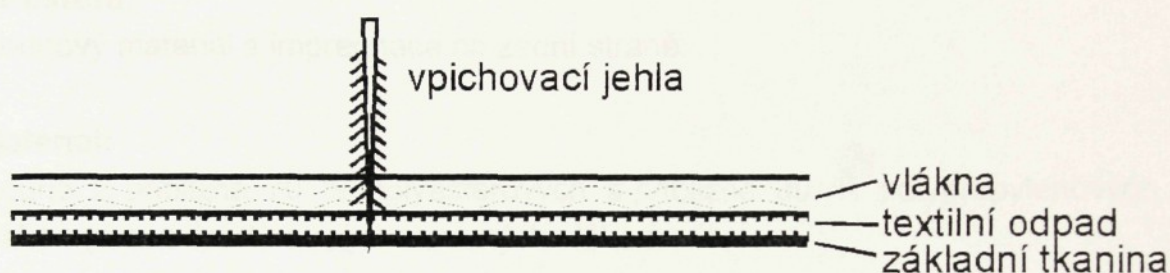
Typu a formě pojiva je přizpůsobeno technologické zařízení pro nanášení, pojení roztokem a pod.

NT vrstvené - NT vzniká spojením alespoň dvou textilních vrstev nebo textilní vrstvy a dalšího textilního nebo netextilního útvaru. Spojení může být mechanické, chemické, termické, ev. kombinace uvedených způsobů.

Vláknenná vrstva může být připravena v různých tloušťkách, orientacích a pevnostech. Jedná se o **pavučinu** (snímanou z mykacího stroje); **rouno** (několik sdružených pavučin, nebo rouno vytvořené pneumaticky a pod.); **list** (vytvořený z naplavené suspenze krátkých vláken a následného odstranění kapaliny); **splet'** (z nekonečných vláken nebo nití). Jak je vidět uvedené vláknenné vrstvy jsou nejenom různých tloušťek, s různou orientací vláken, ale je i nutné je připravovat různou technologií výroby, jsou určeny pro rozmanité NT.[1]

2.1.2 Princip vpichování

Zpevňování vláknenné vrstvy mechanickým způsobem. Vláknenná vrstva vyrobená většinou mechanickým způsobem se ve vpichovacím stroji mechanicky provazuje vlastními vlákny pomocí vpichovacích jehel. Při průchodu rouna jehelným polem zachytí vpichovací jehly svými ostny nebo drážkami vlákna a protahují ho kolmo nebo šikmo ve směru tloušťky rouna. Při výstupu jehel z rouna se vlákna vysmekávají z ostnů. Tak se dosáhne mechanického zpevnění vláknenného rouna, přičemž lze zpevnit i rouna z vláken syntetických, viz obr. 2.1 [3].



obr. 2.1 Vpichovaný koberec - běžný typ (obecně)

- 1...vlákna PES, POP, ev. kombinace např. 70/30
- 2...textilní odpad - druhotné textilní suroviny
- 3...základní tkanina popř. netkaná textilie pojená, rub se většinou natuží

U koberců použitých v automobilech Škoda je technologie vpichování upravena tak, aby odpovídala standartu požadované kvality a vlastností textilií.

2.2 Používané podlahové krytiny (koberce)

Podlahové krytiny (dále jen koberce) používané v automobilech Škoda jsou vyrobeny pomocí technologie vpichování (viz. kap.2.1.3). Tato technologie byla vybrána z ekonomických důvodů, neboť není finančně nákladná.

Dodavatelem koberců je firma HP Pelzer k.s., řídící se podnikovými a oborovými normami DIN a EN.

Struktura:

Rounový materiál s impregnací na zadní straně.

Materiál:

Rouno z přibližně 70 % polyesterových a přibližně 30 % polypropylenových vláken (bez odpadů a regenerovaných vláken).

Impregnace rubové strany:

Syntetický latex; impregnace na rubové straně musí zajistit tvarovou stálost.

[4]

U A4- model Octavia:

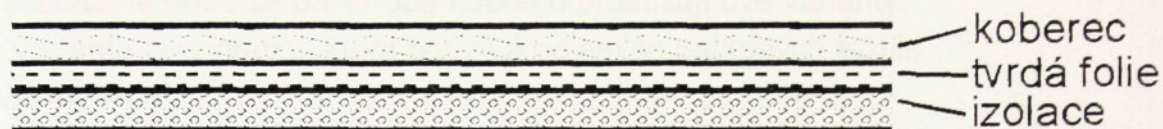
Jednotlivé vrstvy koberce jsou pokládány přímo na plech a izolaci, viz obr.2.2.



obr.2.2 Položení koberce, typ A4 - Octavia

U A02 - model Felicia:

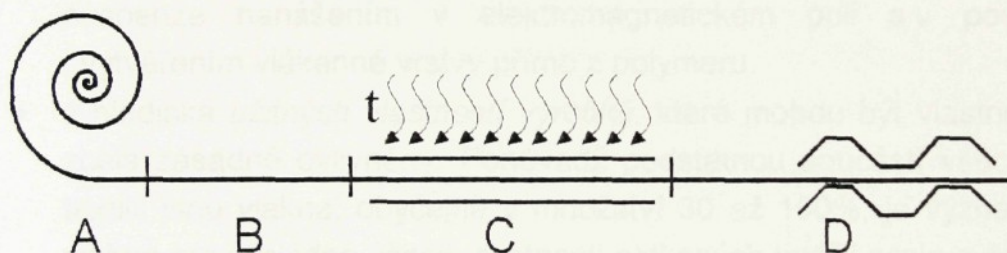
Koberec se pokládá jako celek. Upevnění je bodové, viz obr.2.3.



obr. 2.3 Koberec pro typ A02 - Felicia

Další součástí procesu je tvarování koberce podle podlahy automobilu.

Na obr. 2.4 je znázorněno schema výrobní linky, které naznačuje jednotlivé procesy. Díly jsou nabaleny na válu (oblast A), z kterého se koberec odvaluje (oblast B). V oblasti C jsou jednotlivé vrstvy bodově spojeny. V oblasti D se za zvýšené teploty koberec lisuje a tvaruje.



obr. 2.4 tvarovací linka koberce

- A...nábal
- B...odvalování
- C...ohřev
- D...lisování (tvarování)

2.3. Použitý materiál a jeho vlastnosti

V současné době se při výrobě koberců prosazují dvě varianty:

a) Varianta bez indexu, která používá pojených netkaných textilií s vlákny POP.

b) Varianta A, která používá pojené netkané textilie s vlákny PES.

[4]

2.3.1 Požadavky na vlákna pro netkané textilie (NT)

Požadavky na vlákna pro netkané textilie vychází z několika důležitých hledisek, a to především:

- z hlediska *zpracovatelnosti* vláken na výchozí vláknový útvar např. mykáním, vrstvením, pneumatickým vytvářením, naplavováním z vodní suspenze nanášením v elektromagnetickém poli a v poslední době i vytvářením vláknové vrstvy přímo z polymeru.
- z hlediska *užitných vlastností výrobků*, které mohou být vlastnostmi vláken zcela zásadně ovlivněny. Poněvadž podstatnou součástí všech netkaných textilií jsou vlákna, obvykle v množství 30 až 100%, je význam vlastností vláken pro výsledné užitné vlastnosti netkaných textilií zcela evidentní

z hlediska *výhodnosti uplatnění jednotlivých typů vláken*. Nejde jenom o poměr ceny srovnávaných vláken, ale i o jejich využití ve výrobku. Typickým příkladem je převaha POP vláken při uplatňování u pružných a objemových pojených textilií, určených jako vložkové a výztuhové materiály. [3]

2.3.2. Přehled vlastností

Je uveden v tabulce, převzaté z literatury [6].

	POP	PES
vlastnosti	koef.tření 0,24 pevnost 1,5-6 cN/dtex tažnost 15-60 % voskový omak sráživost 0-5 % navlhavost 0 % dobré elektroizolační vysoký elektrický odpor výborná odolnost vůči chemikáliím teplota tání 165-170° C	modul pružnosti 1300 cN/tex pevnost 3,8-7,2 cN/dtex tažnost 50-70 % navlhavost 0,3-0,4 % elektrické zotavení 85-90 % fotodegradace v UV zařetí teplota tání 256° C
výhody	odolnost vůči oděru trvanlivost nízká měrná hmotnost snadná formovatelnost nízká úroveň elektrostatického náboje	dobré mechanické vlastnosti odolnost vůči oděru dobrá termoplasticita dobrá termická odolnost rychlé schnutí snadná údržba
nevýhody	nízké (pomalé) zotavení nenavlhavost špatná tepelná odolnost nepříjemný omak (voskový) malá tuhost špatná barvitelnost	vysoká žmolovitost nízká navlhavost nabíjení elektrostatickou elektřinou vysoká měrná hmotnost

2.4. Zkoušky koberců

Pro zkoušení oděru podlahových krytin (koberců) byla vyvinuta řada přístrojů, které pracují různými postupy. V zásadě má oděrový zkušební přístroj vytvářet odírání mezi základním tělesem (vzorkem) na jedné straně a protilehlým tělesem (odíracím prostředkem, odíracím prvkem) na straně druhé, které v co největší míře odpovídá namáhání v praxi.

Laboratorní zkoušky:

- a) zkouška na přístroji Tretradgerät (prováděná u německé fy VW)
- b) zkouška oděrem na rotačním oděrači Schopper
- c) zkouška na bubnovém přístroji typu Tetrapod

2.4.1 Zkouška prováděná na přístroji Tretradgerät

Účel a oblast použití

Tretrad zkouška slouží jako podklad pro zjištění opotřebení koberců. Přístroj lze přirovnat k otáčejícím se „šlapadlům“, které tlačí na koberec (viz. obr. 2.5). Zařízení vykonává valivý pohyb od předního okraje k zadnímu. Změny, které se vyskytnou při tomto pohybu, jsou vytažená vlákna v podobě schůdkovitých hran.

Pojmy

Úbytek plošné hmotnosti m_v je rozdíl hmotnosti vzorku před a po testování.

Relativní úbytek hmotnosti m_{rv} poměr úbytku hmotnosti m_v k plošné hmotnosti vzorku m_{ar} .

Stručný popis metody

V principu pracuje Tretrad tímto způsobem: Dvě čtyřdílná šlapací kola, na jejichž spodních částech jsou chodidla s vyměnitelným materiálem, se pohybují za definovaného přitlaku a pozitivní silou. Tlačí na textilii a zároveň se pohybují v podélném směru, což se značí jako kombinované namáhání. Odstranění uvolněných vláken se provádí odsáváním. Zaznamenává se změna plošné hmotnosti a změna vzhledu plošné textilie po zatížení.

Zařízení

Zařízení „šlapacího kola“ (viz. obr. 2.5) se skládá ze stolní desky jejíž přední okraj simuluje schodovitou hranu, která je zaoblená pod úhlem 10 mm. Deska stolu musí být paralelně s odvalujícím se chodidlem šlapacího kola. Šlapací kolo je zasazeno do rámu a otáčí se kolem své osy. Vzdálenost otáčejících se chodidel od horní plochy vzorku činí 135 až 140 mm. Čtyři ramena s pevně uloženými šlapadly, z kterých se skládá šlapací kolo, se pohybují rovnoměrně tam a zpět. V místech změny směru dochází ke klidovému stavu po dobu 1 s.

Na přímém okraji stolu směřuje šlapací kolo ven přes stůl a zde se před zařazením vyrovná tak, že spodní okraj šlapadla (bez obalového materiálu) je kolmo na ramena šlapacího kola a leží (10 ± 1) mm pod rovinou spodní plochy stolu. Šlapací kolo bude během krátkého klidného stavu v předním přitlačném bodě přitlačen pod přitlačným úhlem. Zkoušku je možno provést i v příčném směru.

V klidném stavu musí síla, která tlačí šlapací kolo na stůl, činit (150 ± 2) N.¹

Běžící plocha chodidla šlapacího kola má zakřivení 112,5 mm, délka zatížené plochy je 55 mm, vzdálenost jednotlivého položení je 100 mm. Konec běžící plochy je zaoblen.

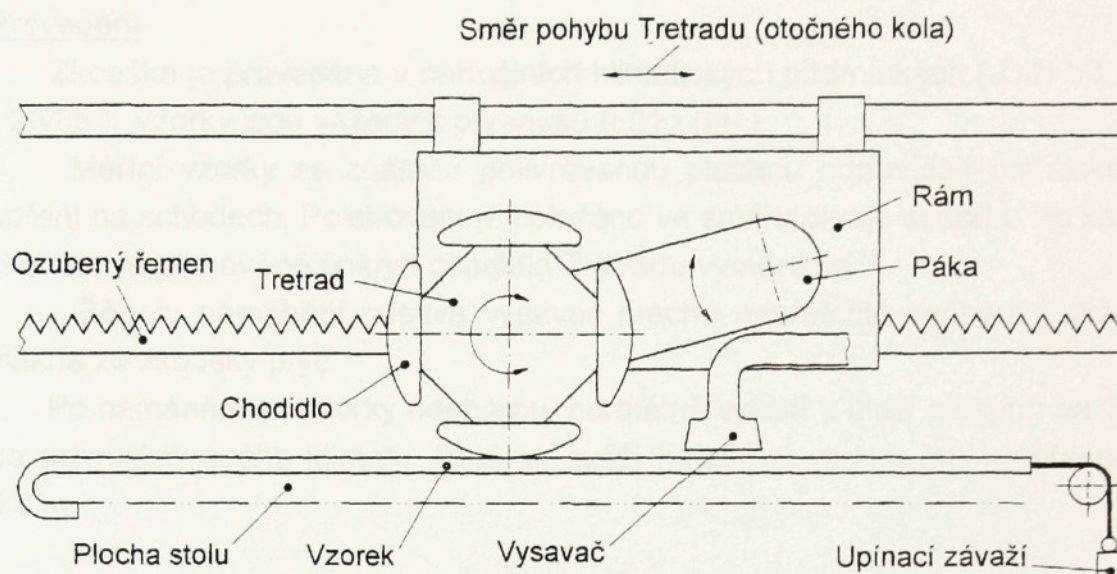
Střední vzdálenost mezi kolmou projekcí osy šlapacího kola na stůl ve spodním obracejícím se bodě a přední části stolu činí (800 ± 20) mm. Tato vzdálenost určuje dráhu chodu, která je pro každé zařízení přesně určena. Šlapací kolo má průměr 225 mm.

Zkušební vzorky jsou upnuty na upínacím zařízení na krajích stolu a jsou zaobleny pod hranu stolu. předpětí na zkušebním stole je 200 N. Po 500. běhu tam a zpět musí být vzorky s předpětím 200N dodatečně napnuty. Zkušební vzorky, které by se mohly díky velké roztažnosti při upínání nebo během zkoušky deformovat, jsou přesně pojmenovány a těsně upevněny ke zkušebnímu stolu (např. oboustrannou lepicí páskou).

Zkušební vzorky jsou namáhány určitým počtem běhů tam a zpět. Počet potřebných běhů tam a zpět je přesně zkalibrován a zkontrolován přístrojem.

K čištění vlákenného odpadu je k dispozici průmyslový čistič.

¹ Ke kontrole této síly je vhodný kruhový dynamometr.



obr.2.5 Lisson - Tretradgerät

Kontrola zařízení

Kontrola zařízení se provádí kalibrací.

Zkušební podmínky

Namáhaná plocha vyplývá z šířky šlapky Tretradu a délka z dráhy Tretradu. Běžné dráha musí souhlasit se zařízením.

Pogumování šlapky Tretradu

Pogumování, kterým jsou vybaveny šlapky Tretradu, je podle typu asi 165 mm široké, 190 mm dlouhé a 55 mm silné.

Materiál má tvrdost (90 ± 2) Shore, s následujícími dalšími parametry:

Tloušťka vlny: $(2 \pm 0,1)$ mm

Počet profilu vlny: (50 ± 5) mm

Délka vlny: (13 ± 2) mm

Dvojitá amplituda: (4 ± 1) mm

Výška profilu vlny: $(0,6 \pm 0,1)$ mm

Provedení

Zkouška je provedena v normálních klimatických podmínkách (DIN 53 802 - 20/85). Vzorky jsou váženy s přesností 0,01g (m_1).

Měřicí vzorky se známou polstrovanou plochou odpovídají praktickému odření na schodech. Polstrování je položeno ve směru okraje schodů. Po každé zkoušce je gumované pokrytí chodidla Tretradu vyměněno.

Během namáhání odsává vysavač prachu nepřetržitě veškerá odtržená vlákna ze zkoušky pryč.

Po namáhání se vzorky odeberou, normálně vyčistí a uloží alespoň na 24 h do normalizovaného klimatu. Poté se zváží hmotnost vzorku (m_2) s přesností 0,01g.

Vyhodnocení

Úbytek plošné hmotnosti

Úbytek plošné hmotnosti m_v v $[g/m^2]$ se spočítá podle následujícího vzorce:

$$m_v = \frac{m_1 - m_2}{A} \quad [2.1]$$

m_1 ...hmotnost vzorku v[g] před namáháním

m_2 ... hmotnost vzorku v[g] po namáháním

A ...namáhaná plocha vzorku v $[m^2]$ (výsledek šířky chodidel Tretradu [0.055 m] a naměřené délky vzdálenosti Tretradu v [m]).

Relativní úbytek plošné hmotnosti v [%] se počítá následovně:

$$m_{sv} = \frac{m_v}{m_{ap}} * 100 \quad [2.2]$$

m_{ap} ...Plošná hmotnost podložení podle DIN 54 325; u podkladového koberce a podkladové netkané textilie (pokrývající chodidlo)

Změny na hranách schodů

Jsou popsány změny měření na simulovaných hranách schodů. Posouzení má být po ukončení zkoušky. Vzorek je vhodný k použití, pokud vydrží alespoň 3000 otáček [7].

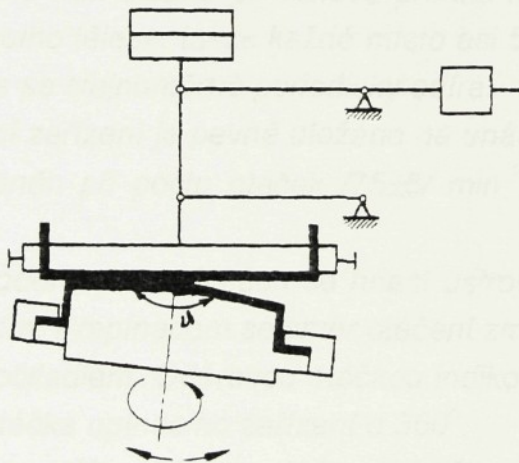
2.4.2 Zkoušení oděru plošných textilií na rotačním oděrači Schopper

Účel a použití

Rotační zkouška odíráním slouží ke zkoušení plošných textilií, které jsou při používání namáhány odíráním. Výsledky rotační zkoušky odíráním se nemohou bezprostředně srovnávat s výsledky, které byly získány jinými oděrovými zkušebními postupy.

Pracovní principy zkušebního přístroje

Pracovní principy rotačního oděrového přístroje spočívají v tom, že třecí těleso opatřené přidavnými závažími se dotýká vzorku upnutého na kuželi s tupým úhlem ϑ otáčejícím se trvale podél povrchové přímky kužele, čímž vzniká oděrový efekt v tangenciálním směru. Viz obr.2.6.



obr. 2.6 Schéma rotačního oděrového přístroje na principu Herzoga a Geigera / známého jako Schopperův přístroj /.

Postup není vhodný pro zkoušení takových plošných textilií, jejichž struktura se účinkem malých sil značně deformuje / velmi se roztahující tkaniny, úplety a pleteniny/.

Odběr vzorků a jejich příprava

Při odběru vzorků je třeba dodržovat všeobecné směrnice obsažené v DIN 53 803 /1,2/. Pro rotační zkoušku odíráním se vystřihne nejméně 5 kruhových vzorků o ploše 100 cm^2 , pokud možno stejnoměrně rozdělených ve zkoušeném materiálu. Na okraji vzorku je třeba odstranit vlákna, která přecházejí a která by se mohla v dalším průběhu ztratit, čímž by stanovení hmotnostního úbytku bylo chybné.

Vzorky se před zkoušením uloží v normálních klimatických podmínkách $/20 \pm 2^\circ \text{C}$ a relativní vlhkosti vzduchu $/65 \pm 2\%$ podle DIN 53 802.

Brusný papír určený pro zkoušku se stejným způsobem uloží v normálních klimatických podmínkách jako vzorky.

Zkušební přístroj

Rotační oděrový přístroj se skládá z upínacího zařízení s upínací hlavou jako nosiče zkoušeného odíraného vzorku / základního tělesa/, desky pro upnutí třetího tělesa / protilehlého tělesa, a pohybového mechanismu. Upínací zařízení s kuželem s tupým úhlem 166° , který je součástí upínací hlavy, jako těleso pro ukládání vzorku vykonává kymácivý otáčivý pohyb, který vzniká otáčením kužele skloněného o 7° vůči vertikále kolem této a jeho vlastní osy. Při tom dosedá vždy asi 40 mm dlouhá povrchová přímka kuželové upínací hlavy na plochu rovného třecího tělesa, takže každé místo asi 50 cm^2 velké zkušební plochy a třecího tělesa se stejnoměrně periodicky odírá.

Snímatelné upínací zařízení je pevně uloženo na unášecím kotouči, který je elektromotoricky poháněn při počtu otáček $/75 \pm 5/ \text{ min}^{-1}$ a vykonává kymácivý otáčivý pohyb.

Po každých 100 oděrových otáčkách se hnací ústrojí zastaví samočinným zastavovacím zařízením. Přepínačem se směr otáčení změní. Počet oděrových otáček je indikován počítadlem. Oděrovou otáčkou indikovanou na počítadle se přitom rozumí úplná otáčka upínacího zařízení o 360° .

Upínací deska je opatřena dvěma svěracími lištami a upínacím šroubem k upnutí brusného papíru sloužícího za třecí těleso. Je nesena z jednoho konce dvouramenné páky uložené pokud možno bez tření a je udržována v rovnováze protizávažím na druhém ramenu páky. Nasazováním závaží se přitlačná síla třecího tělesa může udržovat mezi 0,5 N a 25 N.

Zkušební podmínky

Výsledky zkoušek odíráním jsou ovlivněny velikostí odírané plochy, poddajností základního tělesa, resp. povahou jeho podložky, napětím tkaniny, povahou protilehlého tělesa, oděrovým tlakem, směrem odírání a rychlostí odírání, četností změn směru, dobou odírání a odstraňování vláknenného prachu.

Zkušební plocha, tj. odíraná plocha vzorku v napnutém stavu, má dosahovat 50 cm^2 . V uvolněném stavu tkaniny je zkušební plocha přiměřeně menší; vypočte se po zkoušce odíráním a je základem výpočtu oděrového úbytku.

Napětí tkaniny se seřizuje vydutím tkaniny upínací hlavou /viz dále/ na určitou výšku vydutí. Výška vydutí má dosahovat obecně 5 mm.

Jako odírací prostředek se používá brusný papír s karbidem křemíku o zrnitosti 400 pro jemné tkaniny, úplety a pleteniny a o zrnitosti 280 pro hrubší tkaniny, stejnookrajová sukna a koberce.

Pro každou zkoušku je třeba použít nový proužek brusného papíru. Při oděrových zkouškách, u kterých počet oděrových otáček překročí 500, se brusný papír vždy vymění po 500 otáčkách.

Tlak při odírání se reguluje zatížením, přičemž přitlačná síla se přizpůsobí plošné hmotnosti odíraného vzorku: plošná hmotnost zkoušeného koberce je 18 g/m^2 , přitlačná síla upínací hlavy je 1 N.

K vyloučení rušivých vláknenných shluků, které ovlivňují oděrový efekt, se po každých 100 oděrových otáčkách odstraní vzniklé vláknenné úlomky a vláknenný prach okartáčováním měkkým vlasovým kartáčem. Tento odpad lze kromě toho odstranit vysavačem prachu.

Provedení

Rotační zkouška odíráním se může provést:

- jako zkouška pro zjištění úbytku, k stanovení hmotnostního a pevnostního úbytku po určitém počtu oděrových otáček, případně k zjištění oděrové charakteristiky;
- jako oděrová zkouška k posouzení změny vzhledu textilií, tj. stanoveného většího či menšího sklonu k zdrsnění, tvoření nopků a žmolků, změně barvy atd., případně ve spojení se zkouškou k zjištění úbytku.
- jako zkouška odírání do porušení, k stanovení doby odírání k prvnímu vzniku viditelných poškození tkaniny.

Zkušební vzorky uložené v normalizovaném klimatu podle DIN 53 802.

Jestliže se má stanovit hmotnostní úbytek odírání se nejprve zváží s přesností na 1mg.

Upnutí vzorků a brusného papíru se provede podle DIN 53 863 /odstavec 8.3.-4./

Vyhodnocení

Vyhodnocuje se střední hodnota plošného hmotnostního úbytku při odírání v g/m².

[8]

2.4.3. Zkouška na přístroji Tetrapod

Tato zkouška se v laboratořích firmy Škoda a.s. Mladá Boleslav neprovádí. Dle mého názoru lze zkouškou zjišťovat odolnost proti opotřebení spíše u bytových koberců.

Podstata zkoušky

Při zkoušce odolnosti povrchu v ploše se vzorek podlahové textilie o známé hmotnosti a tloušťce vystaví ve zkušebním přístroji působení čtyřnožky. Po dosažení předepsaného počtu otáček se u vzorku určí hmotnost, tloušťka a makroskopicky se ohodnotí změna vzhledu povrchu.

Při zkoušce odolnosti povrchu v hraně se do zkušebního přístroje vkládá pod vzorek dřevěný tvarový výstupek - schod. Vzorek se vystaví působením čtyřnožky a po stanovených intervalech otáček se makroskopicky hodnotí změna vzhledu.

[9]

2.4.4. Zkouška na přístroji typu Martindale

Zjišťování odolnosti proti opotřebení na přístroji typu Martindale

Pojmy a definice:

Odolnost proti opotřebení je schopnost plošné textilie zachovat původní vzhled, tj. odolávat oděru, popř. dalšímu rozvláknění, žmolkování a změně barevného odstínu při předepsaném plošném namáhání. Vyjadřuje se ve stupních změny původního vzhledu povrchu zkoušené textilie.

Odírání zkoušeného vzorku probíhá při standardním zatížení vzorku, přičemž se odírání uskutečňuje v několika směrech. Celková hmotnost závaží pro zatěžování vzorku při zkoušení oděvních plošných textilií 595 g, při zkoušení potahových plošných textilií 794 g. [10]

2.4.5 Skutečné namáhání - jízdní zkouška

Přímé opotřebení koberce po ujetí 100 tis km. Koberec je po jízdních zkouškách obvykle velmi poškozen, přestože by se z výsledků oděrových zkoušek zdálo, že koberec jízdní zkoušku vydrží. Je hodnocena změna vzhledu povrchu porovnáním s etalony. Vzorky se hodnotí spektrometrem při stále stejném osvětlení.

2.5 Pojmy pro zkoušení oděru

Odírání je třením se a přtlakem spojený relativní pohyb plošné textilie, odíraného vzorku (jako základního tělesa) vůči odíracímu prostředku (resp. třecímu nebo odíracímu tělesu jako protilehlému tělesu).

Zjišťování oděrového úbytku je odírání po předem určenou dobu, aniž by došlo k viditelnému porušení (proděravění) plošné textilie. Úbytek plošné hmotnosti je hmotnostní pokles způsobený odíráním a stanoví se podle následujícího vzorce:

$$m_v = \frac{m_1 - m_2}{A} \quad [2.1]$$

m_v ...úbytek plošné hmotnosti [$\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$]

m_1 ...hmotnost vzorku $v[\text{g}]$ před namáháním

m_2 ... hmotnost vzorku $v[\text{g}]$ po namáháním

A ...namáhaná plocha vzorku $v [\text{m}^2]$

Odírání do porušení je odírání až do viditelného částečného porušení (nebo proděravění) plošné textilie.

Oděrové opotřebení u plošných textilií se nazývá při odírání vznikající změna povrchu a jeho struktury. Povrch se mění převážně tvořením nebo oddělením vláknenných úlomků nebo také vláken, vzájemnou změnou plochy vláken nebo nití stejně jako shlukováním konců vláken a úlomků na malé kuličky (nopky, smotky, žmolky). Struktura se mění hlouběji zasahující změnou polohy vláken nebo nití, například posuvem mezi osnovou a útkem při procesu odírání.

Odolnost proti oděru je odolnost plošné textilie proti namáhání odíráním. Posuzuje se například:

- velikostí oděrového úbytku (hmotnostním poklesem způsobeným odíráním)
- podle změn vlastností materiálu (poklesem pevnosti v protržení nebo pevnosti v tahu, změna tažnosti, pružnosti apod.)
- podle vzhledu výrobků a jiné charakteristické veličiny (např. zdrsnění, vytvoření nopků resp. žmolků, zviditelnění vazby, změna barvy, propustnost pro vzduch nebo světlo atd.).

Při zkoušce odírání do porušení je doba odírání nebo počet oděrových zdvihů nebo otáček odíracího prostředku nebo vzorku až do prvního znatelného proděravění nebo porušení ukazatelem pro posouzení odolnosti proti oděru. [2]

3. Experimentální část

3.1. Popis vzorků

Pro experiment byly použity vzorky podlahového koberce, vkládaného do Škody Felicia (typ A 02). K vzájemnému posouzení jsou k dispozici koberce neopotřebené, opotřebené jízdní zkouškou v místě u řidiče, koberce opotřebené laboratorními zkouškami na rotačním oděrači systému Schopper a koberec opotřebený laboratorní zkouškou na přístroji Tretradgerät.

Koberce byly vyrobeny firmou HP Pelzer k.s. Mladá Boleslav. Výrobce je certifikovaný a zaručuje stálost výroby.

3.2.1. Subjektivní vizuální hodnocení

Neopotřebený koberec: Koberec vytvořený vpichovanou technologií (viz kap. 2.1.1). Tloušťka i rozložení vláken je rovnoměrné. V průběhu vpichování dochází k výrazné přeorientaci vláken.

Koberec opotřebený jízdní zkouškou: Na povrchu jsou vizuálně patrné žmolky a smotky. Chomáčky těchto smotků mnohdy drží pouze ne několika vláknech. Koberec je zašpiněn přírodními abrazivy jako jsou kamínky, klacíčky, zbytky organických nečistot.

Koberec opotřebený laboratorní zkouškou - rotačním oděračem systému Schopper: Na koberci nejsou patrné žádné žmolky, smotky apod. Vlákna jsou sedřená a koberec změnil barvu. Změnu barvy lze přesně posoudit na spektrálním fotometru.

Koberec opotřebený laboratorní zkouškou na přístroji Tretradgerät: Na povrchu jsou vizuálně patrné drobné smotky uspořádané v jednom směru. Změna barvy je nepatrná.

Toto subjektivní hodnocení je zatíženo řadou nepřesností. Pro objektivní vizuální hodnocení lze s výhodou použít systém pro analýzu obrazu LUCIA.

3.2.2. *Objektivní hodnocení vzhledu povrchu koberců pomocí systému LUCIA*

Objektivní hodnocení nabízí systém obrazové analýzy LUCIA firmy LABORATORY IMAGING s.r.o. se sídlem v Praze.

LUCIA je softwarový systém pro zpracování a analýzu barevného i černobílého obrazu. Manuální prověřování se brzy ukázalo nevhodné, neboť vzhledem k velikosti a způsobu vytváření smotků je nepřesné a neefektivní. Obrazovou analýzou lze efektivně dokumentovat poškozený povrch jednotlivých koberců.

Nasnímány byly koberce ze tří zkoušek:

- rotační oděrač *Schopper*
- simulační nášlapná zkouška *Tretradgerät*
- jízdní zkouška

a koberec neopotřebovaný.

Pomocí obrazové analýzy lze sledovat vzhled povrchu koberců, tvar vytvořených žmolků a způsob zapletení žmolků.

Postup:

Analýza je založena na nasnímání souřadnic ve vhodném osovém systému. Byl použit již zmíněný systém obrazové analýzy LUCIA na katedře textilních materiálů. Byly snímány vzorky koberců ze zkoušky rotačním oděračem Schopper, ze zkoušky přístrojem Tretradgerät, ze zkoušky jízdní a vzorky neopotřebovaného koberce.

Systém obrazové analýzy LUCIA je uzpůsoben ke spolupráci s optickým zařízením (např. mikroskop, makroskop) a kamery, pomocí které je obraz převáděn do počítače. Vzorky koberců byly snímány pomocí objektivu ZOOM OBJECTIVE 1 - 6,5 TITAN TOOL.

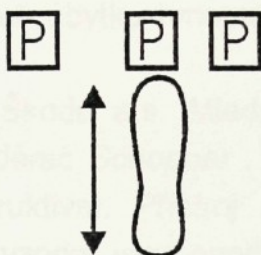


obr. 3.1. Koberec opotřeбенý jízdní zkouškou

3.3. Pohyb chodidla v automobilu - jízdní zkouška

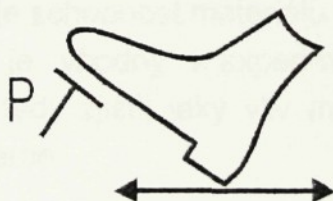
Pohyby chodidla v automobilu nelze s určitostí definovat. Některé by ovšem mohly mít větší význam.

Pohyb tam a zpět, na větší ploše, nižší přitlak, viz obr.3.1.



obr. 3.2 Pohyb chodidla řidiče automobilu

2) Pohyb vytvořený zaseknutím paty chodidla o koberec. Na malé ploše, vyšší přitlak, viz obr. 3.2.



obr. 3.3 Pohyb chodidla řidiče automobilu

3) Pohyb vytvořený přešlapováním plyn - brzda, spojka - podlaha vedle. Pata je zaseknutá o koberec a koná otáčivý pohyb, vymezený kruhovou výsečí (max. 60°).

3.4 Popis experimentu

3.4.1 Přístroje

Z hodnocení opotřebení koberců po jednotlivých zkouškách je patrný vizuální rozdíl mezi zkouškami laboratorními a zkouškou jízdní .

Cílem je určit vhodnou laboratorní zkoušku, abychom byli schopni z výsledků této zkoušky předpovídat chování koberce při zkouškách jízdních. Opotřebení bychom mohli určit ze závislosti úbytku hmotnosti popřípadě počtu žmolků na době opotřebení.

V laboratořích firmy Škoda a.s. Mladá Boleslav slouží ke zkoušce opotřebení koberců rotační oděrač *Schopper* . Ten působí pouze po kruhové dráze a jeho účinek je destruktivní. Přístroj není příliš vhodný z hlediska jednotvárnosti pohybu. Další vzorky jsou opotřebeny přístrojem *Tretradgerät*. Tento přístroj je z hlediska způsobu opotřebení vhodný. Nachází se ovšem v laboratořích firmy VW v Německu, tudíž ho nelze použít.

Pro experiment lze použít přístroj *Martindale*, který se používá ke zkoušení opotřebení tkanin. Pohyb oděrače je eliptický a kruhový. Viz kapitola 2.4.4.

3.4.2 Abrazivní schopnost

Abrazivní schopnost je schopnost materiálu odírat vzorek textilie.

Přístroj *Martindale* je vhodný k experimentování s níže uvedenými abrazivními materiály. Lze tedy zjistit jaký vliv mají tyto materiály na způsob a vzhled opotřebeného koberce.

K oděru jsme použili:

- vlněná tkanina dle normy
- brusný papír jemný
- brusný papír hrubý
- vlněné plátno polepené náhodně vybranými abrazivy

Oděrové šrouby zatížíme závažím o hmotnosti 595 g . Nižší hodnoty zatížení znamená menší razantnost oděrače. Zkoušku bylo možno ukončit po 130 oděrových otáčkách. Povrch koberce je opotřebený a je možné určit vzhledové rozdíly povrchu koberce.

Koberec zkoušený vlněnou tkaninou nebyl příliš opotřebený.

Brusný papír je vyroben z karbidu křemíku. Rozdíly jsou pouze ve velikosti zrn, proto i vzhled povrchu opotřebeného koberce je podobný. Vlákna se smotávají v drobné chuchvalce, jsou vytahována a následně odpadávají.

Vlněná tkanina polepená náhodně vybranými abrazivy: povrch koberce po opotřebení se podobá vzhledu povrchu náhodně vybraného koberce opotřebeného při jízdní zkoušce. Na povrchu se nacházejí žmolky a smotky.

3.4.3 Zjišťování závislosti

V této kapitole se budeme podrobněji zabývat abrazivními materiály. Snahou je stanovit závislosti, z kterých bychom mohli předpovídat chování koberce při opotřebení.

Stanovení závislosti úbytku hmotnosti na otáčkách

Hmotnostní úbytek je charakteristika, pomocí které lze snadno hodnotit opotřebení textile. Při odírání odpadávají ze vzorku volná vlákna, nopky, žmolky či smotky. Koberec se odírá, hmotnost koberce se snižuje a úbytek hmotnosti vzrůstá.

K experimentu byly použity vzorky koberců LX a GLX, vyrobené firmou H.P. Pelzer Mladá Boleslav. Koberec LX je charakteristický položeným vlasem, koberec GLX má vlas vpichovaný kolmo k podkladové vrstvě (vpichování viz kap 2.1.1). Pro jednotlivý typ zkoušky byly k dispozici čtyři vzorky z každého koberce.

K opotřebení byl použit přístroj *Martindale*. Jako abrazivo sloužil brusný papír zrnitosti 100 a 120. Měření hmotnosti bylo provedeno na digitálních laboratorních vahách Santorius Labor. Úbytek hmotnosti spočteme podle vzorce:

$$dm = \frac{m_1 - m_2}{m_1} * 100 [\%] \quad [3.1]$$

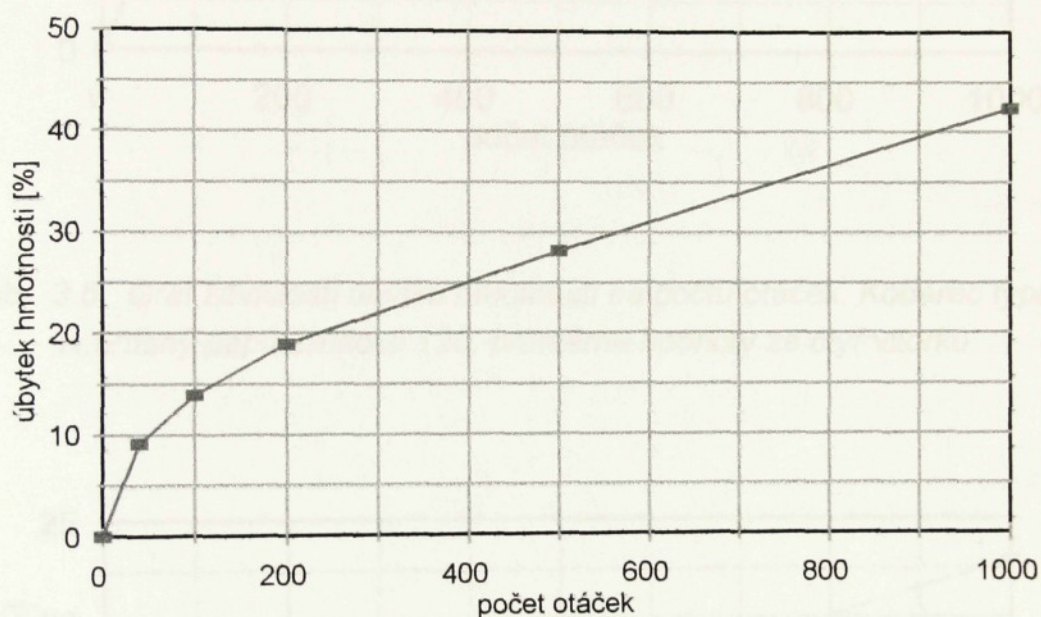
dm...úbytek hmotnosti

m1...původní hmotnost

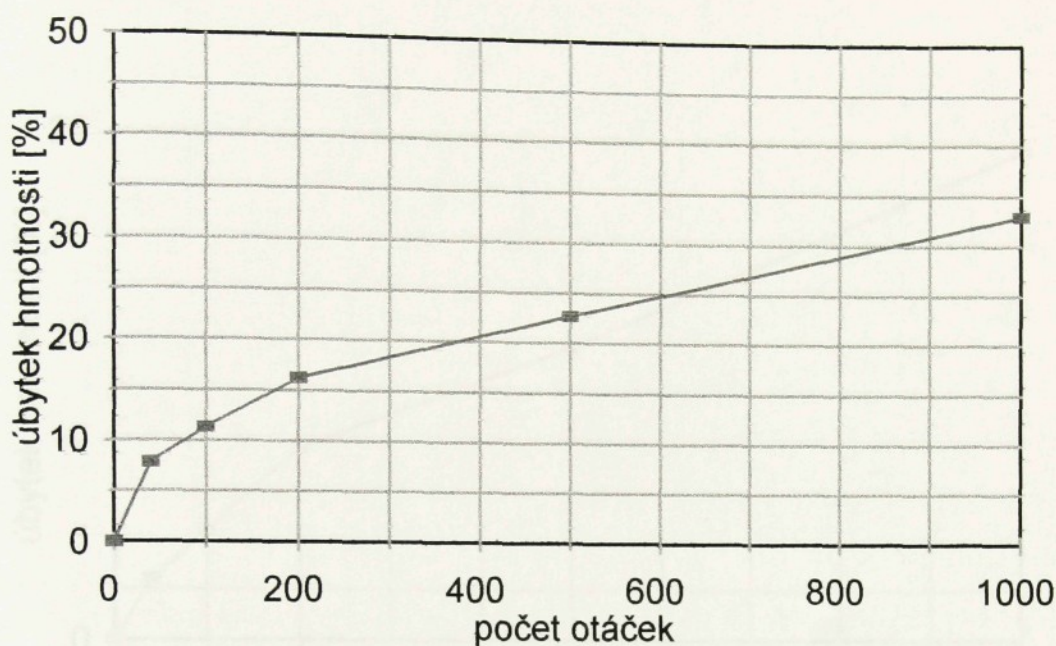
m2...naměřená hmotnost po oděru

Následující grafy vykazují závislost úbytku hmotnosti na celkovém počtu otáček.

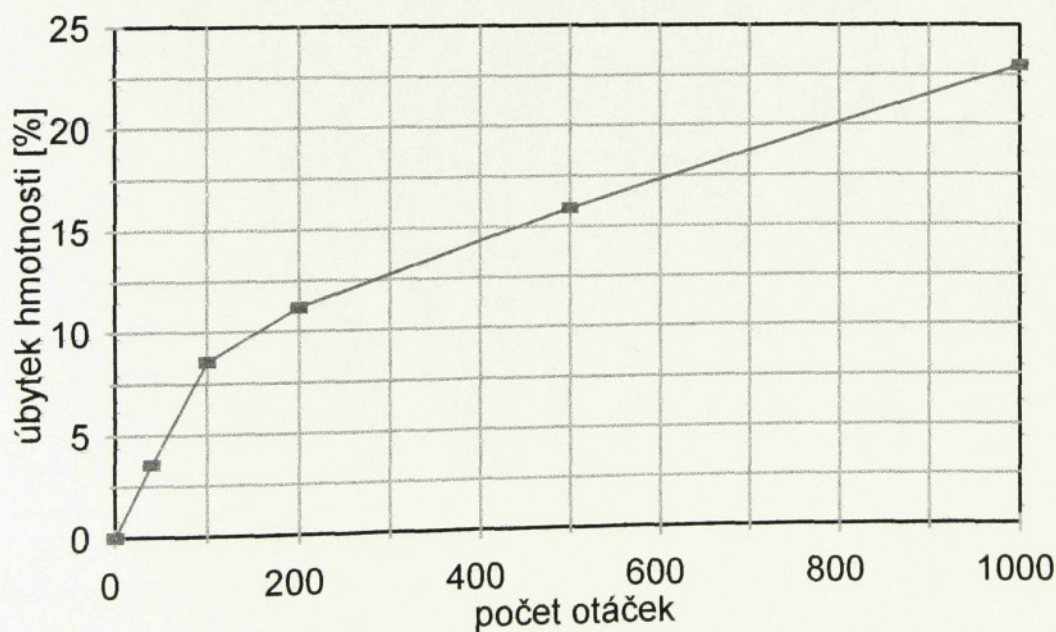
Závislost úbytku hmotnosti charakterizují následující křivky. S přibývajícím otáčkami vzrůstá i úbytek hmotnosti. Zkouška byla provedena do porušení povrchu koberce při 1000 otáčkách.



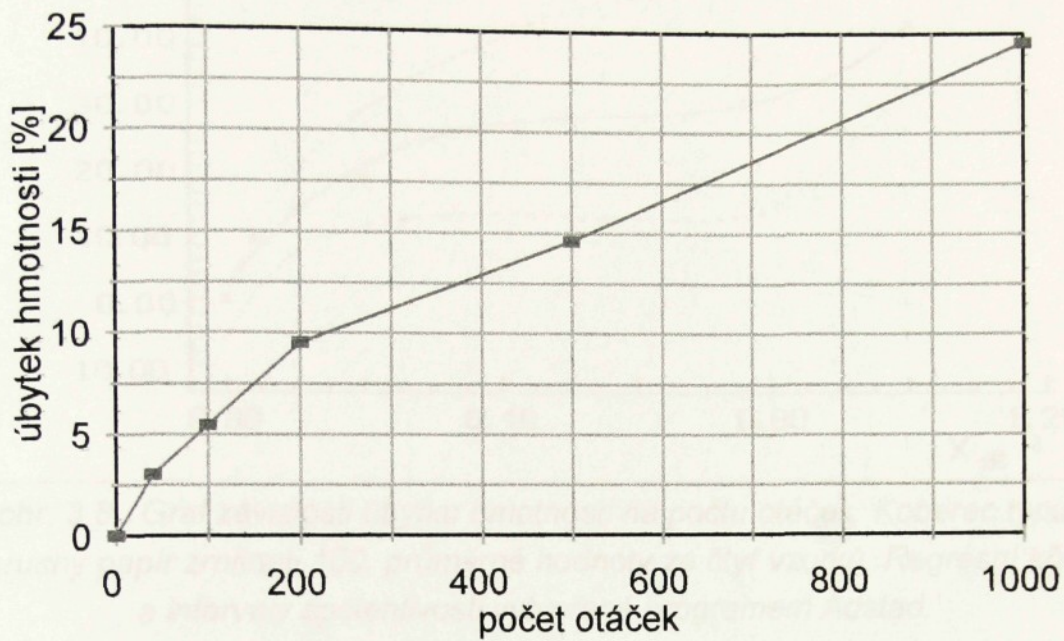
obr. 3.4 Graf závislosti úbytku hmotnosti na počtu otáček. Koberce typu lx, brusný papír zrnitosti 100, průměrné hodnoty ze čtyř vzorků.



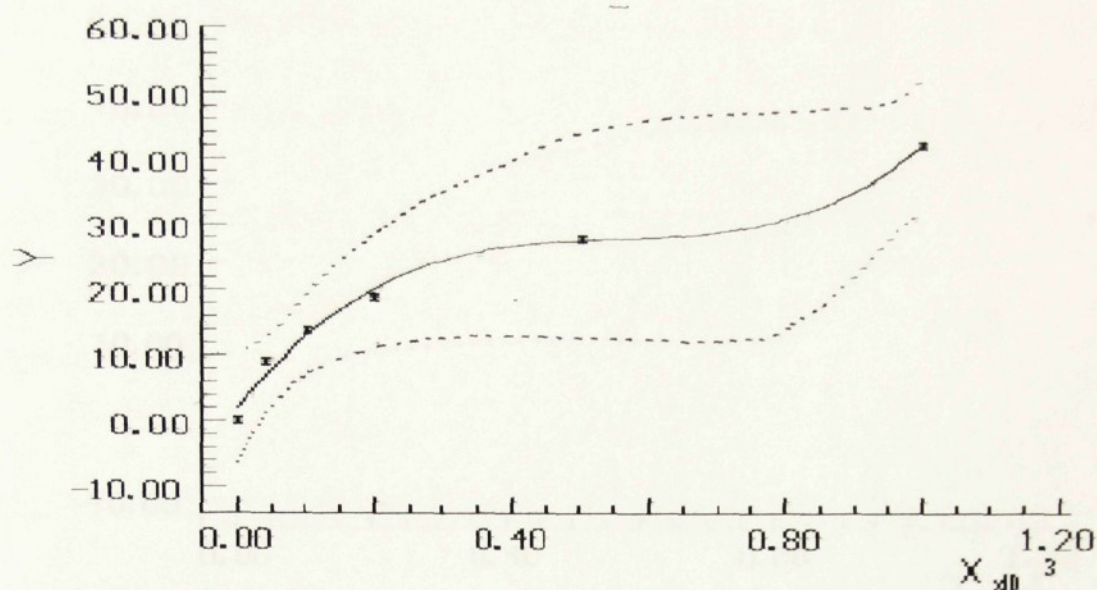
obr. 3.5 Graf závislosti úbytku hmotnosti na počtu otáček. Koberec typu lx, brusný papír zrnitosti 120, průměrné hodnoty ze čtyř vzorků.



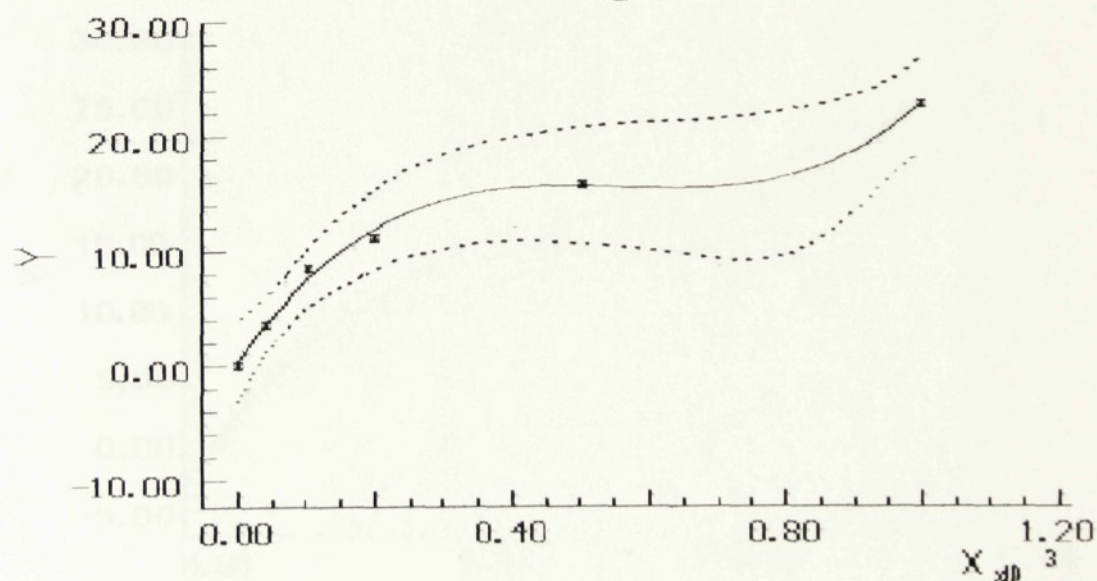
obr. 3.6 Graf závislosti úbytku hmotnosti na počtu otáček. Koberec typu glx, brusný papír zrnitosti 100, průměrné hodnoty ze čtyř vzorků.



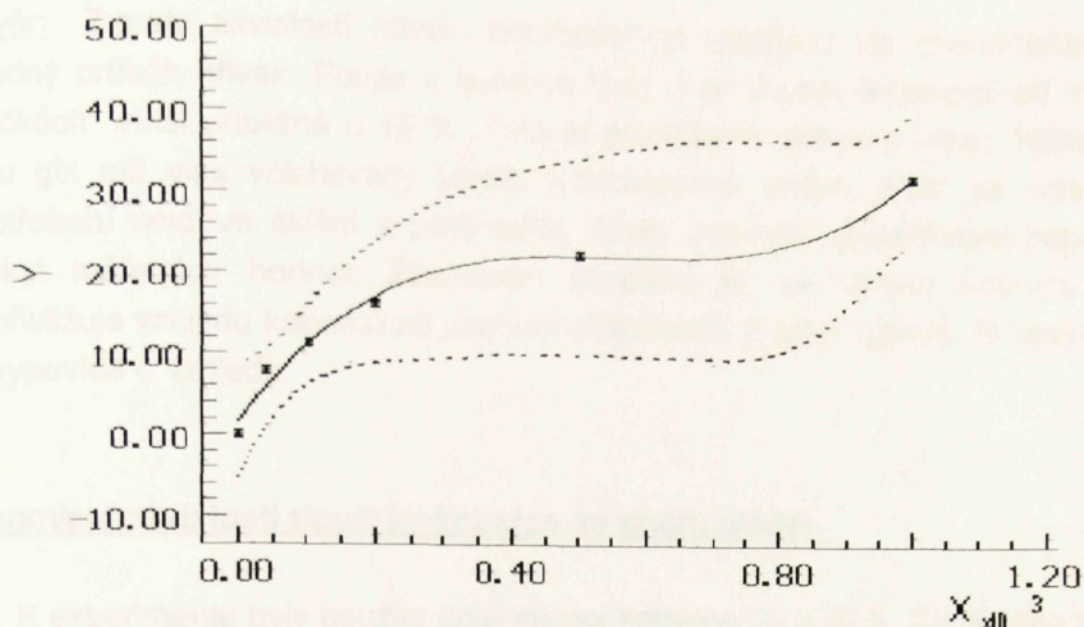
obr. 3.7 Graf závislosti úbytku hmotnosti na počtu otáček. Koberec typu glx, brusný papír zrnitosti 120, průměrné hodnoty ze čtyř vzorků.



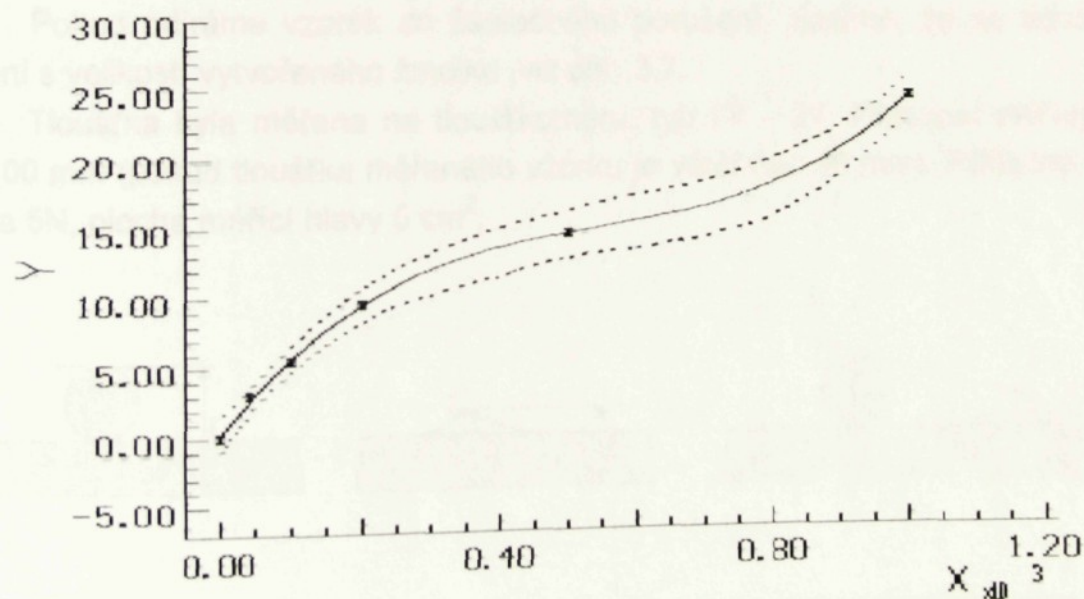
obr. 3.8 Graf závislosti úbytku hmotnosti na počtu otáček. Koberec typu Ix, brusný papír zrnitosti 100, průměrné hodnoty ze čtyř vzorků. Regresní křivka a intervaly spolehlivosti vytvořené programem Adstad.



obr.3.9 Graf závislosti úbytku hmotnosti na počtu otáček. Koberec typu Ix, brusný papír zrnitosti 120, průměrné hodnoty ze čtyř vzorků. Regresní křivka a intervaly spolehlivosti vytvořené programem Adstad.



obr. 3.10 Graf závislosti úbytku hmotnosti na počtu otáček. Koberec typu glx, brusný papír zrnitosti 100, průměrné hodnoty ze čtyř vzorků. Regresní křivka a intervaly spolehlivosti vytvořené programem Adstad.



obr. 3.11 Graf závislosti úbytku hmotnosti na počtu otáček. Koberec typu glx, brusný papír zrnitosti 120, průměrné hodnoty ze čtyř vzorků. Regresní křivka a intervaly spolehlivosti vytvořené programem Adstad.

Závěr: Z grafu závislosti úbytku hmotnosti na otáčkách lze charakterizovat shodný průběh křivek. Pouze u koberce typu lx je úbytek hmotnosti při 1000 otáčkách větší přibližně o 15 %. Toto je způsobeno sklonem vlasu. Koberec typu glx má vlas vpichovaný kolmo k podkladové vrstvě, tudíž se vlas při opotřebení nejdříve sklání a poté odírá. Grafy intervalů spolehlivosti popisují výskyt měřených hodnot. Základním závěrem je, že vzhled koberců se nepřibližuje vzhledu koberců po jízdních zkouškách. Z toho vyplývá, že zkouška nevypovídá o vzhledu.

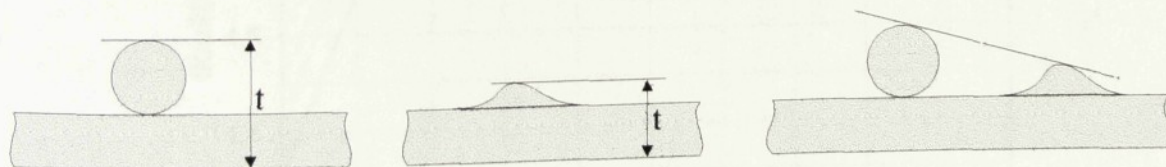
Stanovení závislosti tloušťky koberce na počtu otáček

K experimentu byly použity opět vzorky koberce LX a GLX. Z každého typu koberce byly k dispozici čtyři vzorky. K opotřebení byl zvolen přístroj *Martindale*. Jako abrazivo sloužila náhodně vybraná přírodní abraziva

Při použití přírodních abraziv nelze měřit úbytek hmotnosti, neboť abraziva se zachytávají ve vláknech koberce a přispívají svou hmotností. Bylo zvoleno měření tloušťky. Při opotřebení se na povrchu koberce vytváří žmolky. S velikostí žmolku se mění i tloušťka koberce.

Pokud odíráme vzorek do částečného porušení, zjistíme, že se tloušťka mění s velikostí vytvořeného žmolku, viz obr. 3.7.

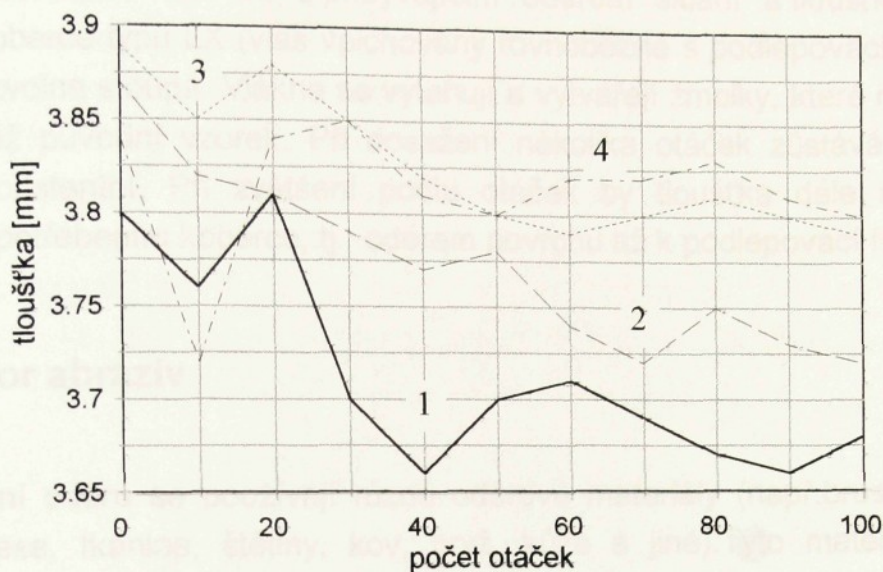
Tloušťka byla měřena na tloušťkoměru, typ FF - 27. Přesnost měření je 1/100 mm (pokud tloušťka měřeného vzorku je větší než 10 mm). Přítlačná síla byla 5N, plocha měřicí hlavy 5 cm².



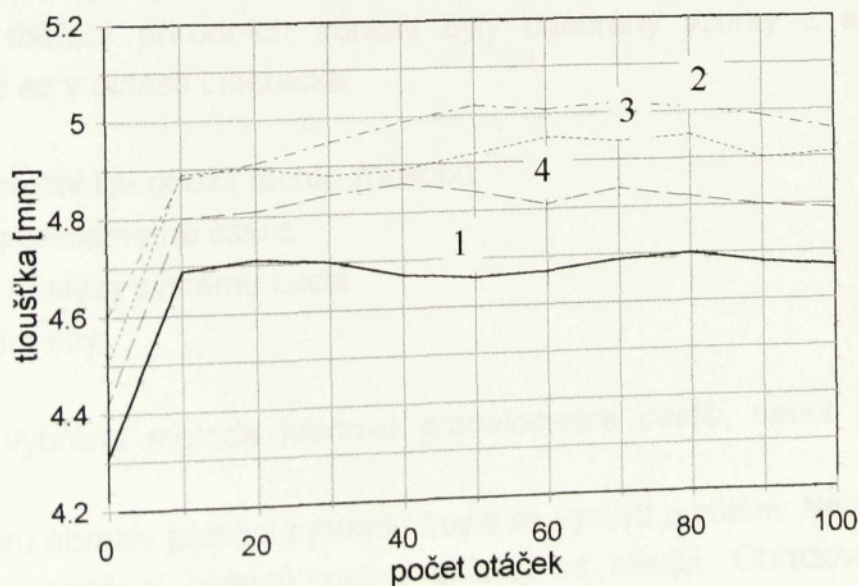
obr. 3.12 Opotřeбенý koberec, tloušťka se mění s velikostí vytvořeného žmolku.

t...tloušťka opotřeбенého koberce

Následující grafy vykazují závislost tloušťky koberce na počtu otáček.



obr. 3.13 Graf závislosti tloušťky na počtu otáček, čtyři měření na koberci typu GLX. Označení koberců 1 - 4.



obr. 3.14 Graf závislosti tloušťky na počtu otáček, čtyři měření na koberci typu LX. Označení koberců 1 - 4.

Závěr: U koberce typu GLX (vlas vpichovaný kolmo k podlepovací vrstvě) jsou vlákna vytahována, vlas se s přibývajícím oděrem sklání a tloušťka klesá. Tloušťka koberce typu LX (vlas vpichovaný rovnoběžně s podlepovací vrstvou) nejprve povolna stoupá. Vlákna se vytahují a vytvářejí žmolky, které mají větší tloušťku než původní vzorek. Při dosažení několika otáček zůstává tloušťka přibližně konstantní. Při zvětšení počtu otáček by tloušťka dále klesla až s úplným opotřebením koberce, tj. oděrem povrchu až k podlepovací folii.

3.5 Rozbor abraziv

Při zkoušení oděru se používají různé oděrové materiály (např. brusný papír, brusná tělesa, tkanina, štětiny, kov, pryž, kůže a jiné). Tyto materiály mají společnou vlastnost. Jsou monodisperzní (stejně částice). V praxi při skutečném namáhání najdeme pouze částice polydisperzní (různorodé). Je tedy vhodné použít při laboratorních zkouškách částice polydisperzní. Při hodnocení výsledků laboratorních zkoušek je třeba znát přesné podmínky zkoušky, proto je nutné použité polydisperzní částice nadefinovat. Definované částice lze použít při opakované zkoušce.

Pro měření přírodních abraziv byly odebrány vzorky z automobilu pohybujícího se v oblasti Liberecka.

K rozboru abraziv lze použít těchto způsobů:

- kruhová granulometrie částic
- obrazové analýzy systému Lucia
- proséváním sítí

Byla vybrána metoda *kruhové granulometrie částic*, neboť je nejvíce dostupná.

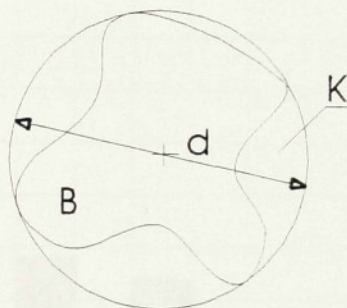
Při rozboru abraziv pomocí systému *Lucia* se vyskytl problém. Nelze nastavit automatické označení objektů, neboť objekty se slévají. Obrazová analýza postihuje jednu rovinu pohledu. Obraz vytvořený systémem *Lucia* slouží k vhodné dokumentaci, viz příloha.

Měření *proséváním sítí* nebylo možné provést. V laboratořích TUL nejsou tato síta k dispozici a z časových důvodů nebylo možno provádět měření ve specializovaných firmách.

3.5.1. Kruhová granulometrie částic

Tato metoda je pouze orientační. Nepostihuje např. částice podélných tvarů, stočené částice, apod. Přístroje postihují jednu rovinu pohledu. Výhodou tohoto způsobu je rychlé provedení.

Popis vlastností jednotlivých izolovaných částí struktury se provádí odhadem rozdělení částic podle velikosti. Velikost částice je možné popsat průměrem nejmenšího kruhu, který danou částici může obsáhnout. Takto stanovený průměr se nazývá průměrem částice B a značí se $d(B)$, viz obr.č. 1.



obr.3.15 Dvojměrná částice B a k ní přiřazený nejmenší kruh K částici obsahující. Průměrem d částice B je nazýván průměr nejmenšího kruhu K, který částici obsahuje.

Kruhovou granulometrií souboru dvojměrných částic se pak rozumí postup, ve kterém se stanoví odhad distribuční funkce průměrů částic. Praktické provedení odhadu spočívá v testování náhodně vybraných částic pomocí sady kruhů o různých průměrech. Ze sady je částici přiřazen nejmenší kruh, který může částice obsahovat.

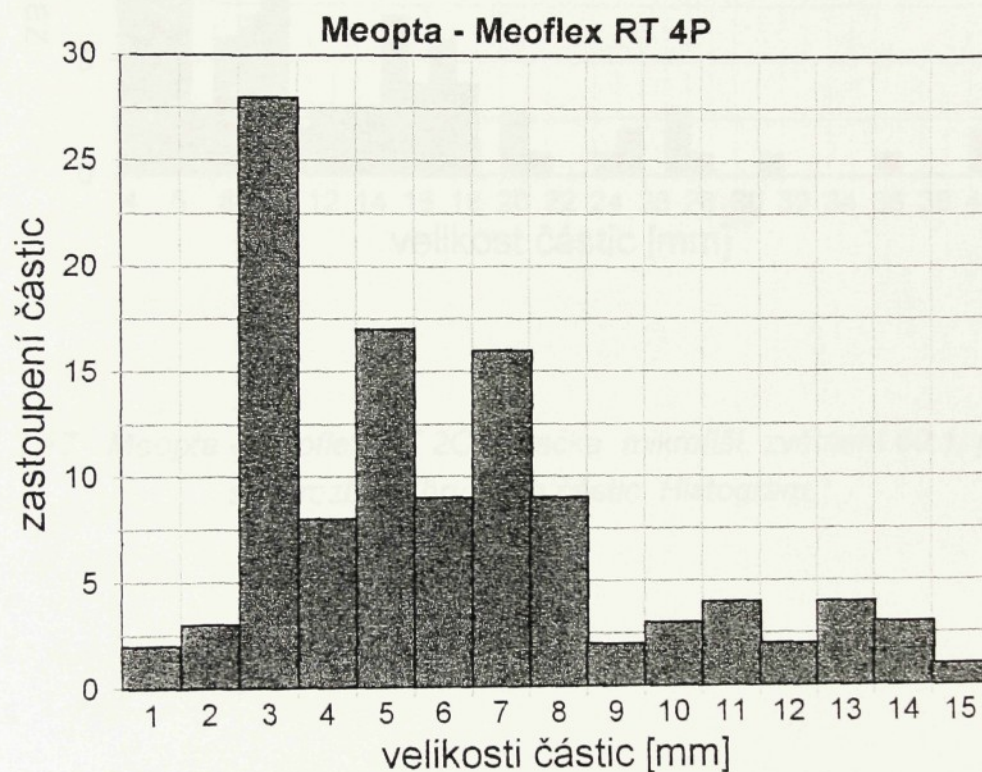
Výsledkem tohoto popisu je histogram četnosti průměrů částic, jejichž průměr leží v intervalu daném poloměry sady kruhů, viz . obr. 3.4.

[11]

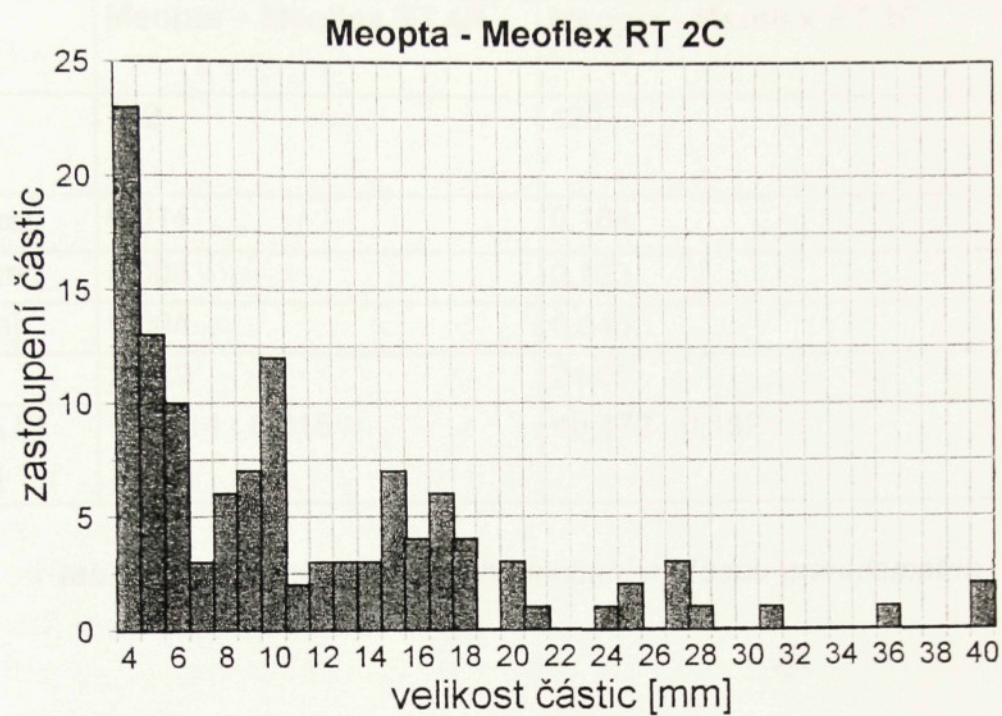
K rozboru velikosti částic lze použít dva typy přístroje **Meopta-Meoflex**:

Meopta-Meoflex RT 4P: Lanametr, zvětšení 500:1, používá se k rozboru jemných částic 1-40 mm (rozlišení prachových částic).

Meopta-Meoflex RT 2C: Čtečka mikrofiší, zvětšení 60:1, používá se k rozboru hrubších částic (rozlišení kamínků, dřevěk, listů).



obr. 3.16 Meopta - Meoflex RT 4P: Lanametr, zvětšení 500:1, používá se k rozboru jemných částic. Histogram.



obr. 3.17 Meopta - Meoflex RT 2C: Čtečka mikrofíší, zvětšení 60:1, používá se k rozboru hrubších částic. Histogram.

	Meopta – Meoflex RT 4P	Meopta - Meoflex RT 2C
n	112	120
$\bar{x}$ [mm]	0,014	0,184
s^2 [mm ²]	0,008	0,123
s [mm]	0,004	0,045
v [%]	28,32	24,66
95 % IS [mm]	< 0,014 ; 0,015 >	<0,172 ; 0,192>

tab. 3.1 Statistické výsledky hodnocení metodou granulometrie

n ...počet měření

$\bar{x}$...průměr [mm]

s^2 ...rozptyl [mm²]

s ...směrodatná odchylka [mm]

v ...variační koeficient [%]

IS...interval spolehlivosti [mm]

• Přístroje jsou charakteristické rozlišným zvětšením. Vyhodnocení velikosti částic je vymezeno schopností rozlišit částice.

• První přístroj má rozlišení 0,001 mm. Druhý přístroj má rozlišení 0,002 mm.

• Druhý přístroj je větší, přístroj má větší rozlišení.

Proto je nutné uvést podmínky, za kterých byl přístroj používán. Provedení měření, rovněž podmínky, za kterých byl přístroj používán.

5. Diskuse výsledků

Cílem diplomové práce byl rozbor metod laboratorního zkoušení odolnosti opotřebení automobilových koberců proti opotřebení, používaných ve firmě Škoda a.s. a výběr optimální metodiky tak, abychom mohli předpovídat chování koberce při zkoušce jízdní tj. po ujetí 100 tis. km.

Zkoušení podlahových krytin (koberců) z hlediska jeho upotřebení představuje zkouška jízdní. Při ní by se komplexní namáhání mělo obecně vyrovnat namáháním, jež se co nejvíce blíží praxi. Jízdní zkouška je finančně i časově náročná, proto se nemůže stát skutečným zkušebním postupem pro zkoušení opotřebení koberců. Při zkoušce jízdní nikdy nelze vyloučit okolní vlivy (přírodní abraziva, teplotu apod.).

Aby se zcela vyloučily cizí vlivy a aby pro každou specifickou příčinu byl jasně zjistitelný účinek, používají se ke zkoušení opotřebení jednotlivé laboratorní zkoušky. Tyto se známým způsobem vztahují k pevnosti v tahu, pevnosti v protržení, odolnosti proti oděru atd. Pro různé účely použití se musí často klást rozdílné požadavky.

U jízdní zkoušky je nutné brát v úvahu všechny tyto charakteristiky.

- Rozmanitost způsobu styku mezi odíraným vzorkem a odíracím prvkem (na velké ploše, na úzké dlouhé ploše - linii, na nejmenší ploše - bod)
- Směr namáhání ve vztahu ke směru jízdy je různý (namáhání sem a tam v jednom směru, otáčení ve stejném smyslu kolem osy kolmé k ploše vzorku, bez přednostního směru)
- Působení přírodních abraziv. Ta mají různou velikost částic, různou abrazivní schopnost.
- Doba působení je velká, přibližně 1000 hodin.

Proto je nutné uvést podmínky jízdní zkoušky (např. lokalita prováděné zkoušky, roční období, časové prodlevy mezi jízdou apod.).

5.1 Porovnání laboratorních metod z hlediska namáhání

Pro velkou nákladnost jízdních zkoušek jsou používány dva typy laboratorních zkoušek:

- rotační oděrač *Schopper*
- nášlapná zkouška *Tretradgerät*

Zkouška na rotačním oděrači *Schopper* je zkouška destruktivní. Vlákná se odírají a odpadávají. Zkouška demonstruje pouze jeden směr opotřebení. Rotační oděrač působí pouze po kruhové dráze. Výsledek oděrových zkoušek není žádná jednoznačně definovaná veličina. Klasifikace je prováděna podle vzhledu, přiřazením příslušného etalonu.

Zkouška na přístroji *Tretradgerät* velmi dobře nahrazuje skutečný pohyb „chodidla“. Tento pohyb navrhuji doplnit o rotační pohyb. Postačující by bylo vychýlení o ostrý úhel², střídavě vpravo a vlevo od původního směru pohybu.

Žádná z dosud používaných zkoušek neodpovídá v opotřebení koberců zkouškám jízdním, proto byla navržena jako třetí modifikace metody *Martindale*, respektující některé podstatné podmínky namáhání textilie při zkoušce jízdní.

Oděrový zkušební přístroj má vytvářet odírání mezi základním tělesem (vzorkem) a protilehlým tělesem (odíracím prostředkem, odíracím prvkem), které v co největší míře odpovídá namáhání v praxi.

5.2 Stanovení kritérií pro posuzování výsledků laboratorních zkoušek

Posuzování výsledků zkoušek je prováděno na základě výsledků zkoušek. Komplexní kritéria pro posuzování výsledků zkoušek jsou: opotřebení, způsob oděrových zkoušek, vzorek, směr namáhání, způsob posuzování výsledků zkoušek, způsob zaznamenávání výsledků zkoušek.

² Ostrý úhel – úhel mezi 0 - 90 °.

Stručné srovnání jednotlivých metod je uvedeno v následující tabulce 4.1.

	rotační oděrač	Tretradgerät	Martindale modifikovaný	jízdní zkouška
oděrač	brusný papír jemný monodisperzní	pogumování povrch schodovitý	vlněná tkanina s přírodními abrazivy polydisperzní	různé typy podrážek, abraziva
působení oděrače ve směru	zdola nahoru (vzorek nad oděračem)	shora dolů	shora dolů	shora dolů
směr pohybu	kruh	dva stupně volnosti	eliptický a kruhový	všemi směry
doba působení	20-30 min	20-30 min	20-30 min	100 000 km~ 1000 hodin
zůstatková cena přístroje	55 493 Kč	60 000 DM	15 670 Kč	cena automobilu

tab. 4.1 Srovnání jednotlivých metod

5.2 Stanovení komplexního kritéria hodnocení kvality laboratorního testu

Posouzení významnosti, určování parametrických hodnot opotřebení koberce při zkoušce lze určit podle komplexního kritéria [12].

Komplexní kritérium posuzuje podmínky jednotlivých zkoušek (např. doba působení, způsob opotřebení, způsob styku mezi odíracím vzorkem a odíraným prvkem, směr namáhání ve vztahu k vzorku - pohyb oděrače, oděrací materiál, opotřebení posuzované z hlediska vzhledu povrchu opotřebeného vzorku), jejich klady, zápory a význam vlastností.

Jelikož jednotlivé podmínky zkoušky jsou měřeny v jiné veličině, je třeba transformovat znaky jakosti do bezrozměrných veličin. Dostaneme tedy

normované ukazatele znaků jakosti vyjádřené v ordinálních škálách³. Závěrem je číselné srovnání daných možností.

Z výsledků sledované laboratorní metodiky může být předpovídáno chování koberce při zkoušce jízdní, proto jsou charakteristiky jednotlivých zkoušek posuzovány vzhledem ke zkoušce jízdní.

Podmínky zkoušení koberců:

opotřebení

oděrový materiál

pohyb oděrače

dobu působení

cena přístroje

náklady na jednu zkoušku

Popis metody stanovení komplexního kritéria:

Je snahou simulovat laboratorními zkouškami skutečné namáhání. Skutečným namáháním je míněno opotřebení při jízdní zkoušce. Faktory jízdní zkoušky označíme 100 %, neboť k nim vztahujeme ostatní. Rozlišujeme, zda funkce daného faktoru je jednostranná či dvoustranná.

Posouzení je zaměřeno na charakteristiky vyskytující se při zkoušení opotřebení koberců. Ekonomické znaky (cena přístroje, náklady na jednu zkoušku) jsou uvedeny mimo toto komplexní kritérium. Pořizovací ceny jednotlivých přístrojů jsou odlišné a posouzení významnosti ekonomických faktorů je ponecháno odborníkům firem používajících tyto přístroje.

³ ordinální škála - je možné zjistit rozdíl mezi podmínkami zkoušky, ale nelze určit číselnou hodnotu o kolik se liší.

	M _D	M _H	Fce	Z _A	Z _B	Z _C	Z _D	γ
opotřebení [%]	25	100	1 str.	100	50	75	85	10
pohyb oděrače [%]	25	100	1 str.	100	15	75	60	6
oděr. mat. [%]	25	100	1 str.	100	25	50	70	8
doba působení [hod]	500	0	1 str.	500	0,5	0,5	0,05	5

tab. 4.2 Tabulka významnosti vlastností

A ...jízdni zkouška

B ...rotační oděrač

C ...Tretradgerät

D ...Martindale (po úpravě)

M_d...dolní mez znaku jakosti [%]M_h...horní mez znaku jakosti [%]Z_A...znak jakosti zkoušky A [%]Z_B... znak jakosti zkoušky B [%]Z_C...znak jakosti zkoušky C [%]Z_D...znak jakosti zkoušky D [%]

Fce...funkce (1 str...jednostranná)

γ ...významnost [1]

Významnosti γ lze stanovit důležitost podmínek jednotlivých zkoušek. Hodnota významnosti je stanovena dle mého uvážení, a to po podrobném prozkoumání podmínek jednotlivých zkoušek. Dolní a horní mezí lze stanovit interval hodnot podmínek jednotlivých zkoušek a znakem jakosti Z lze stanovit skutečnou hodnotu hodnocené podmínky zkoušky.

Transformace:

$$Q_v = \frac{2 * Z - [M_d + M_h]}{M_d - M_h} \quad [4.1]$$

$$I = \exp\{0.5 * [-(1 - U) * \text{ABS}[Q - 1]]\} \quad [4.2]$$

pro 1 str. funkci: $Q_v > 1 \Rightarrow U=1$

$Q_v \leq 1 \Rightarrow U=0$

U... Heavysideova funkce

$$K_q = \exp\left[\sum \gamma * \ln I_v\right] \quad [4.3]$$

Q_v ...znak jakosti [1]

I ...normovaný ukazatel jakosti [1]

K_q ...komplexní kritérium [1]

γ ...významnost [1]

M_d ...dolní mez [%]

M_h ...horní mez [%]

Q_v	A	B	C	D
opotřebení	1	-0,333	0,333	0,6
pohyb oděrače	1	-1,267	0,333	-0,067
oděrový materiál	1	-1	-0,333	0,2
doba působení	1	-0,998	-0,998	-0,9998

tab. 4.3 Koefficienty významnosti vlastností

I	A	B	C	D
opotřebení	0,606	0,264	0,716	0,819
pohyb oděrače	0,606	0,322	0,716	0,587
oděrový materiál	0,606	0,368	0,514	0,670
doba působení	0,606	0,368	0,368	0,368

tab. 4.4 Normovaný ukazatel jakosti

K_q	A	B	C	D
	0.606	0.319	0.583	0.630

tab. 4.5 Komplexní kritérium jakosti

K_Q ...komplexní kritérium

A ...jízdní zkouška

B ...rotační oděrač

C ...Tretradgerät

D ...Martindale (po úpravě)

Interval komplexního kritéria jakosti je $K_Q \in \langle 0,1 \rangle$. Hodnoty, které vyšly z předchozích vstupů se nacházejí v mezích tohoto intervalu.

Hodnocení komplexním kritériem ukazuje jako nejlepší z laboratorních zkoušek modifikovanou zkoušku na přístroji *Martindale*. Tato zkouška předčila i zkoušku jízdní, neboť hodnota komplexního kritéria se nejvíce blíží horní mezi komplexního kritéria.

5.3 Vliv abraziv na opotřebení koberců

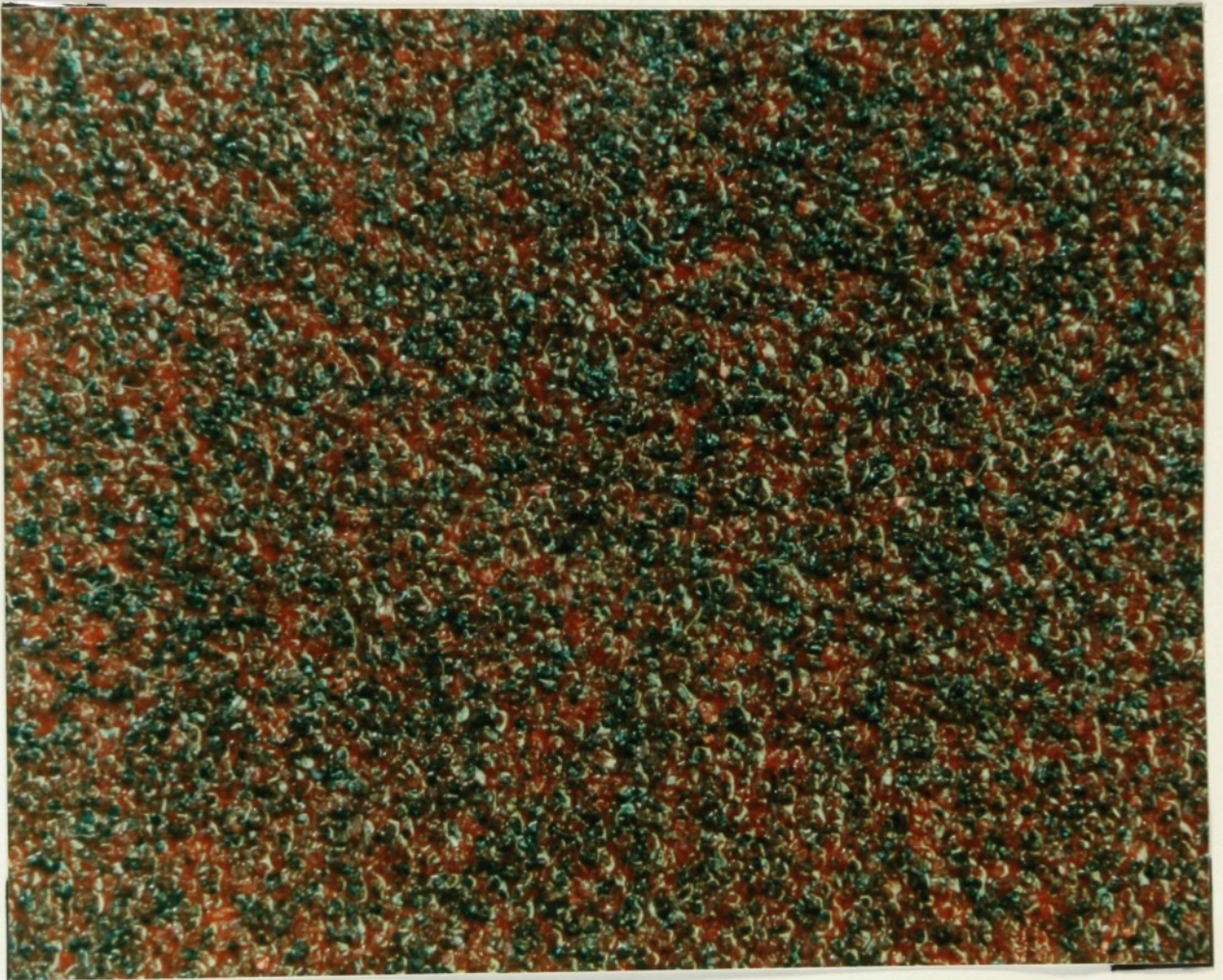
V průběhu řešení problematiky se ukázal vliv abraziv jako nejpodstatnější, proto byla v této práci navržena modifikace metody *Martindale*, která využívá přírodních abraziv, aby se podmínky zkoušky co nejvíce přiblížily skutečnému namáhání při zkoušce jízdní. Po aplikaci této metody je vzhled koberců stejný jako po jízdní zkouškách.

- Při zkoušce rotačním oděračem *Schopper* je používán brusný papír různých zrnitostí, vyrobený z karbidu křemíku. Karbid křemíku má tvrdost podobně jako korunt, a to 8 - 9 stupnice tvrdosti.
- Pogumování použité na „chodidlech“ přístroje *Tretradgerät*, tvrdosti (90 ± 2) Shore.
- Při modifikované zkoušce *Martindale* byla použita přírodní abraziva.

Zkoušení brusným papírem je klasický postup. Brusný papír je standardně definovaný a lze použít papír různé zrnitosti. Opotřebení provedené na přístroji *Martindale*, brusným papírem o zrnitosti 100 a 120, vykazuje závislost úbytku hmotnosti na otáčkách, viz kap 3.4.1.

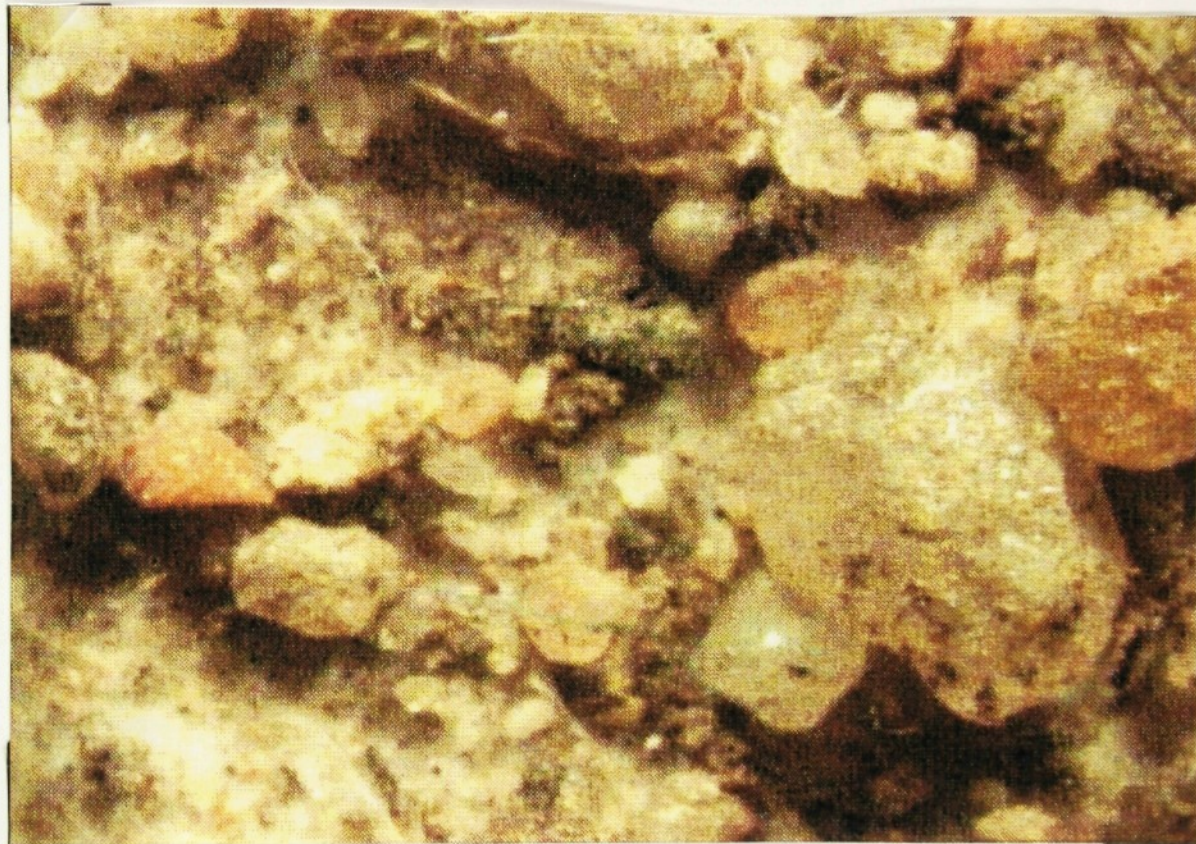
Brusný papír je monodisperzní. Částice mají tvar hranolů. Velikost těchto

částic je dána normou. Pro brusný papír zrnitosti 100 je uváděno 3 600 ok na 1 m². Velikost částic je pak $2,77 \cdot 10^{-8}$ m. Brusný papír zrnitosti 120 má 2 500 ok na 1 m². Velikost částic je $4 \cdot 10^{-8}$ m. [13]



obr. 5.1 Brusný papír zrnitosti 100

Přírodní abraziva jsou velmi odlišná. Liší se velikostí částic, zastoupením jednotlivých typů hornin a abrazivní schopností těchto hornin. Na každém místě naší planety najdeme jiné zastoupení těchto částic. Povrchy koberců, opotřebených těmito abrazivy se podobají povrchům koberce opotřebeného zkouškou jízdní, viz příloha - obrazová dokumentace.



obr. 5.2 Přírodní abraziva

Přírodní abraziva jsou polydisperzní částice (různých velikostí). Na přístroji *Meopta - Meoflex RT 4P* byly naměřené částice velikosti $\langle 1.3 \cdot 10^{-5}; 1.5 \cdot 10^{-5} \rangle$ m, na přístroji *Meopta - Meoflex RT 2C* $\langle 1.7 \cdot 10^{-4}; 1.9 \cdot 10^{-4} \rangle$ m. Částice mají různé chemické složení, jsou zastoupeny a tudíž mají i různou abrazivní schopnost.

Přírodní abraziva nelze definovat a i výsledky jimi prováděných zkoušek kolísají. Měření přírodních abraziv vyžaduje náročnější studii v průběhu dalšího řešení problematiky.

Každé abrazivo má své charakteristické abrazivní schopnosti, proto je třeba brát v úvahu i zastoupení různých druhů abraziv a jejich abrazivní schopnost.

Jedna z možností je například použití definovaných písků. Lze uvést příklady zkoušení filtrů pomocí přesně definovaných písků. Definovaný je počet částic různých velikostí i chemické složení. Následníkovi této diplomové práce je doporučeno provést experiment zkoušení opotřebení přidáváním definovaných písků a nadefinovat statistické rozdělení podle velikosti částic.

6 . Závěr

Diplomová práce byla vypracována na základě požadavků firmy Škoda a.s. Mladá Boleslav. Hlavním problémem byla nesrovnatelnost zkoušky laboratorní a jízdní. Laboratorní zkouška se provádí na rotačním oděrači *Schopper*. Jízdní zkouška sleduje opotřebení koberce po ujetí 100 tis. km. Koberec se při jízdní zkoušce opotřeboval mnohem více a dříve, než bylo předpovězeno z výsledků zkoušky provedené na rotačním oděrači *Schopper*. K dispozici byl ještě vzorek ze zkoušky provedené přístrojem *Tretradgerät*.

V diplomové práci jsou porovnány rozdíly těchto zkoušek, vlivy působící na koberec při zkouškách a porovnány výsledky z těchto zkoušek.

Bylo zjištěno, že žádný typ laboratorní zkoušky, dosud prováděných ve firmě Škoda a.s., neodpovídá zkoušce jízdní a to zejména z hlediska:

- typu namáhání
- typu poškození koberců (oděr a poškození po laboratorní zkoušce oproti žmolkování po jízdní zkoušce)
- vzhledu koberců.

Bylo provedeno porovnání dvou laboratorních zkoušek se zkouškou jízdní z hlediska způsobu, doby a typu namáhání. Pozornost byla věnována abrazivům, s nimiž přichází textilie do styku při těchto zkouškách. Bylo provedeno jejich mikroskopické vyšetření.

Abrazivní schopnosti byly posuzovány podle vzhledu povrchu koberce neboť úbytek hmotnosti, případně porušení textilie se ukázaly příliš hrubými kritérii pro praxi (nedokonalý vzhled koberce, žmolky jsou zákaznicky hodnoceny jako závažná vada).

Po provedení rozboru abraziv a posouzení jejich abrazivních schopností bylo zjištěno, že vliv abraziv je daleko výraznější než vliv způsobu a doby namáhání při jednotlivých zkouškách.

Byla proto navržena modifikace metody *Martindale* s využitím přírodních abraziv, která se ukázala jako velice nadějná, neboť byla v celém souboru hodnocených zkoušek jako jediná, při níž byl vzhled koberce stejný jako při zkoušce jízdní.

Z časových důvodů nebylo možné tuto metodu propracovat zejména z hlediska aplikace definovaných souborů přírodních abraziv.

Literatura

[1] Čestmír V. M. Čížková, M. Zikmundová, Zkoušky a oděrové vlastnosti, Tisk.

Při vyhodnocování laboratorních zkoušek doporučuji hodnotit více oděrových charakteristik - oděrový úbytek; pevnost v tahu; pevnost v protržení; pokles tloušťky; rozsah tvoření nopků, smotků nebo žmolků; doba odírání apod.

Získané naměřené hodnoty (vyhodnocené z hlediska střední hodnoty a rozptylu) a případně jejich funkční souvislosti s dobou odírání ve formě oděrových charakteristik jsou obecně dostatečně charakteristické pro oděrové namáhání. Z výsledků oděrových charakteristik lze lépe předpovídat chování podlahové krytiny (koberce) při skutečném opotřebení.

[2] podle ČSN 90 44 97

[3] podle ČSN 90 09 46

[4] Lukáš, D., Tvorba nákladů, vydání 1. TUL, Olomouc 1993

[5] Štěpán, D., Principy hudebních metod - úvodní část

[6] Křiváček, J., Příručka pro učení učitelů, vydání 1. TUL, Olomouc 1993

Praha 1993

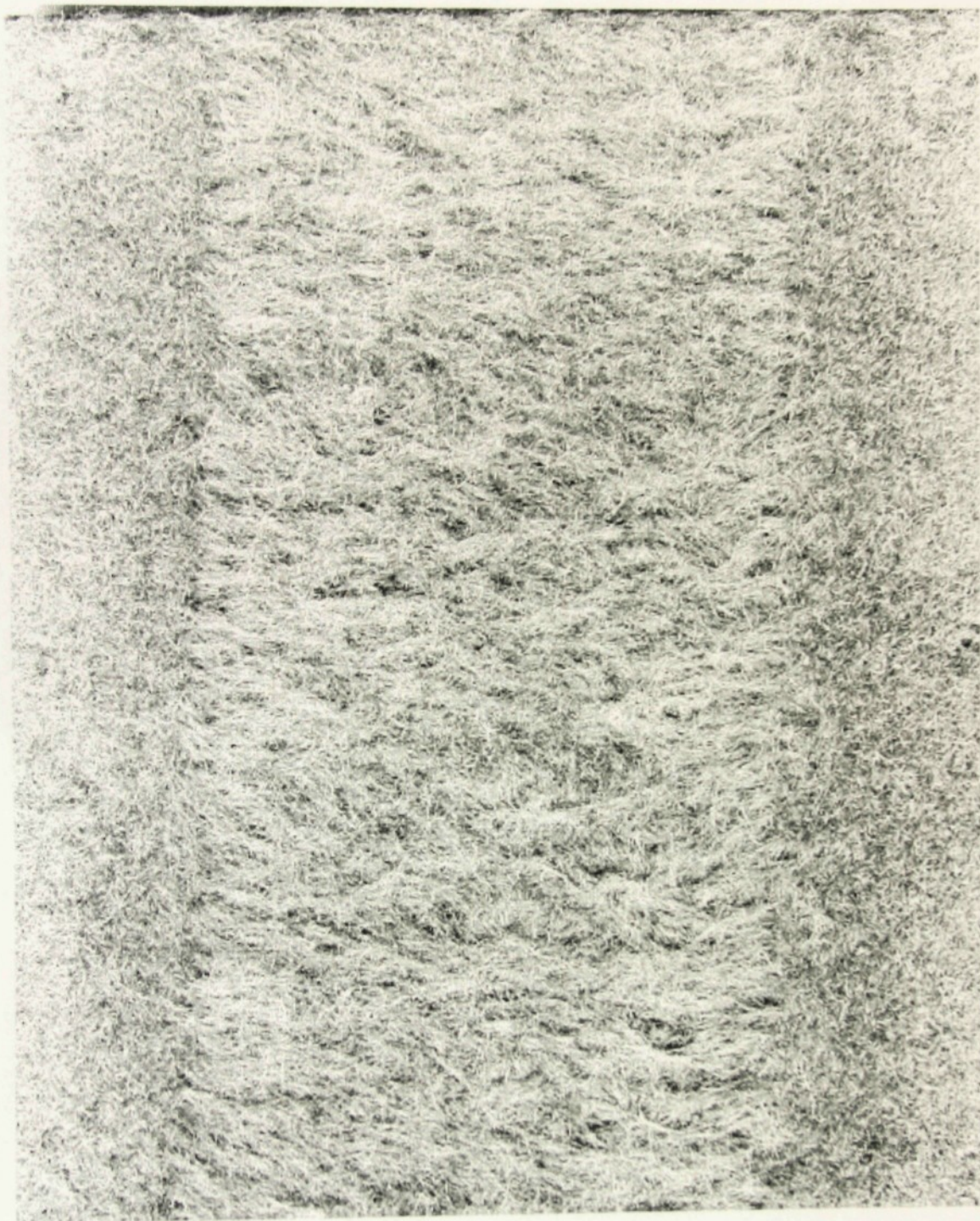
Literatura

- [1] Dostalová, M.; Křivánková, M.: Základy textilní a oděvní výroby. TUL, Liberec 1998
- [2] podle německé normy DIN 53 863
- [3] Příručka textilního odborníka, SNTL, 1981
- [4] podle ústřední normy TL 520 54
- [5] Kubeček, J.: osobní sdělení
- [6] Militký, J.: Textilní vlákna. SNTL, Praha 1994
- [7] podle německé normy DIN 54 322]
- [8] podle německé normy DIN 53 863 (část 2)
- [9] podle ČSN 80 44 07
- [10] podle ČSN 80 08 46
- [11] Lukáš, D.: Teorie netkaných textilií. TUL, Liberec 1996
- [12] Salač, O.: Principy zkušebních metod - přednášky, 1999
- [13] kolektiv autorů.: Příručka pro sklo, užitnou keramiku a smalt. SNTL, Praha 1963

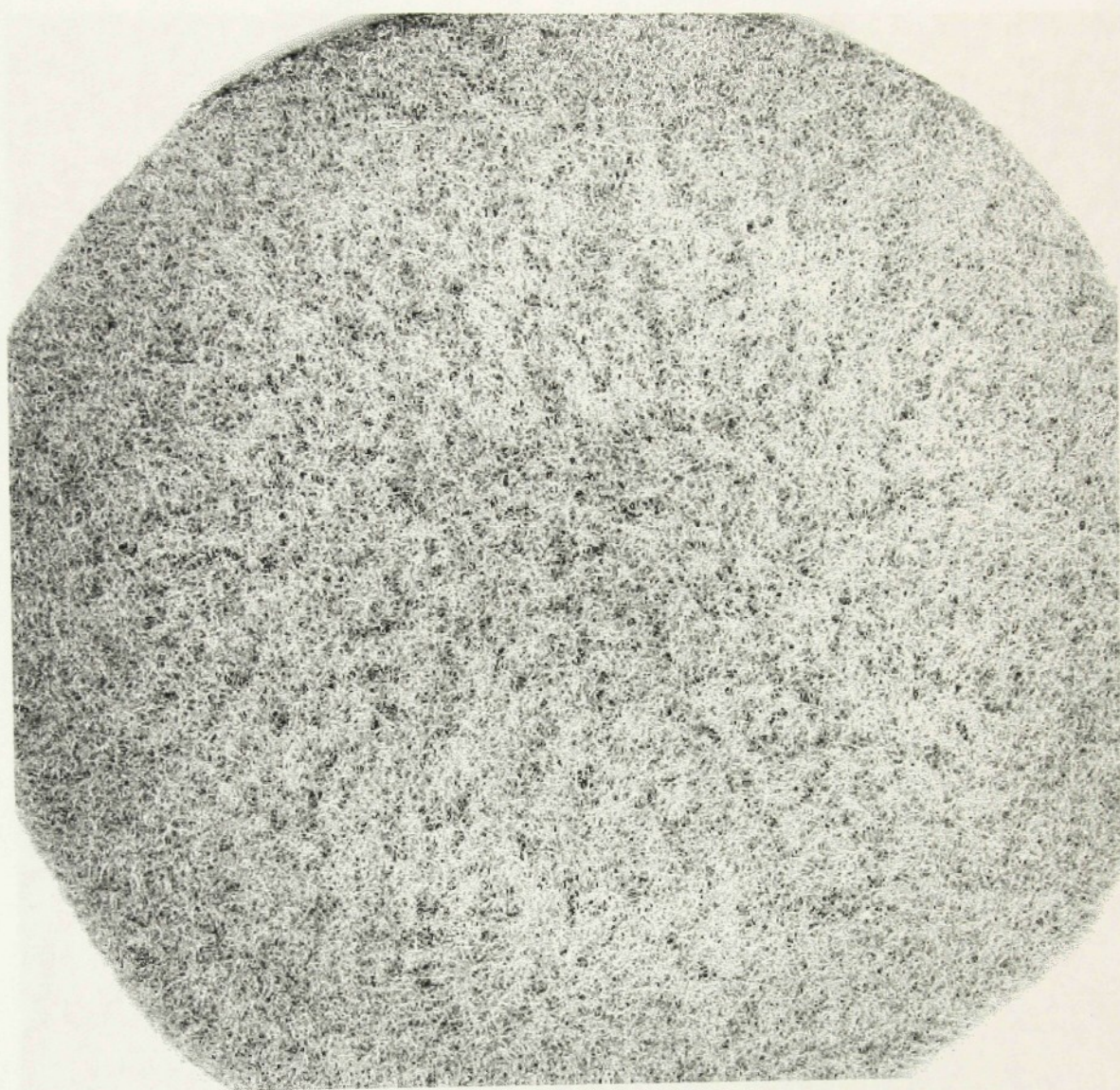
Příloha 1 – Vzhled koberců opotřebovaných různými způsoby



obr. 1 Lucia – obrazová analýza koberec neopotřebovaný



obr. 2 Lucia – obrazová analýza, koberec opotřeбенý zkouškou Tretrad

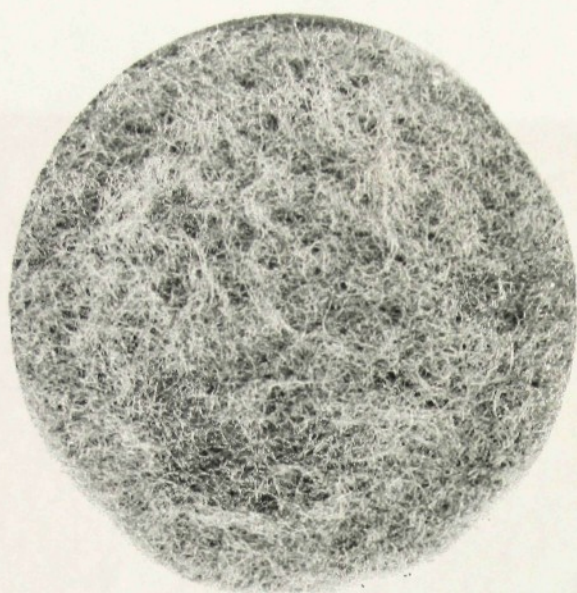


obr. 3 Lucia – obrazová analýza, koberec opotřeбенý zkouškou na rotačním oděrači



obr. 4 Lucia – obrazová analýza, koberec opotřeбенý jízdou zkouškou

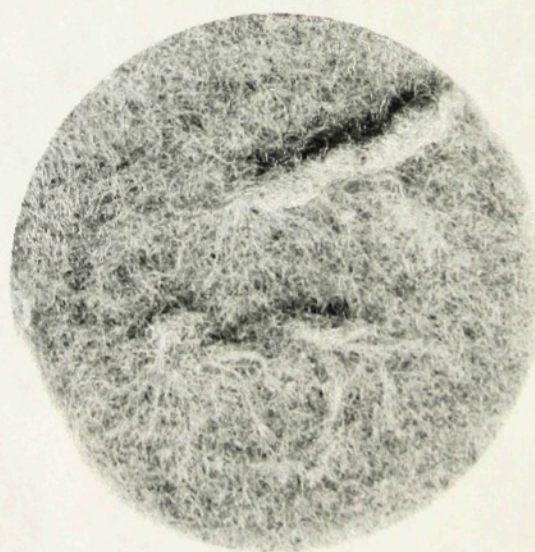
Tabulka 2 – Přírodní abrazivy



a)



b)



c)

obr. 5 Lucia – obrazová analýza, koberec opotřeбенý přístrojem Martindale a) jemným brusným papírem, b) hrubým brusným papírem, c) přírodními abrazivy

Příloha 2 – Přírodní abraziva



