

## ANTI-ABRASIVE COATING OF MOULDS FOR POURING CUPS

**Liška J., Filípek J.**

Department of Engineering and Automobile Transport, Faculty of Agronomy, Mendel University in Brno, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Czech Republic

E-mail: jaromir.liska@lanik.eu

---

### ABSTRACT

Presented paper is dedicated to using of nitridic and nano-composite coatings in context of ceramic material processing. Two pressing moulds for pouring cups have been prepared for the testing. The first one was manufactured according to the original documentation while the second one was subject to coating on the crucial parts. Both moulds have been loaded inoperation under similar conditions. After specified count of loading cycles, the moulds have been disassembled into individual parts that have been measured and controlled. The paper lists results of the measurement andevaluation.

**Key words:** mould, ceramic, pouring cup, anti-abrasive, coating.

## ÚVOD

Jednou z nejdůležitějších technologických fází při výrobě žáruvzdorné keramiky (Obr. 1) je lisování práškové drotenky v lisovací formě. Lisování práškové drotenkové směsi probíhá při velkých tlacích a dává keramice tvar konečného výrobku. Drotenka je směs vysoce abrazivních keramických materiálů, které spolu se značnými lisovacími tlaky mají za následek rychlé opotřebování všech funkčních ploch lisovacích forem. Požadovanými vlastnostmi materiálů forem jsou vysoká tvrdost a otěruvzdornost při zachování určité houževnatosti, která napomáhá formě odolávat rázovitému charakteru zatížení formy. Běžně používané nástrojové oceli a jejich tepelné zpracování jsou velmi kvalitní, takže nárůst mechanických vlastností změnou materiálu a tepelného zpracování je téměř vyčerpán. Pro zvýšení životnosti řezných a tvářecích nástrojů ve strojírenské praxi se dnes již běžně používají mikropovlaky nitridů kovů a nanokompozitní vrstvy. Tato zkouška by měla ověřit užití povlaků při zpracování lisované keramiky.



*Obr. 1: Keramické a licí nálevky [1]*

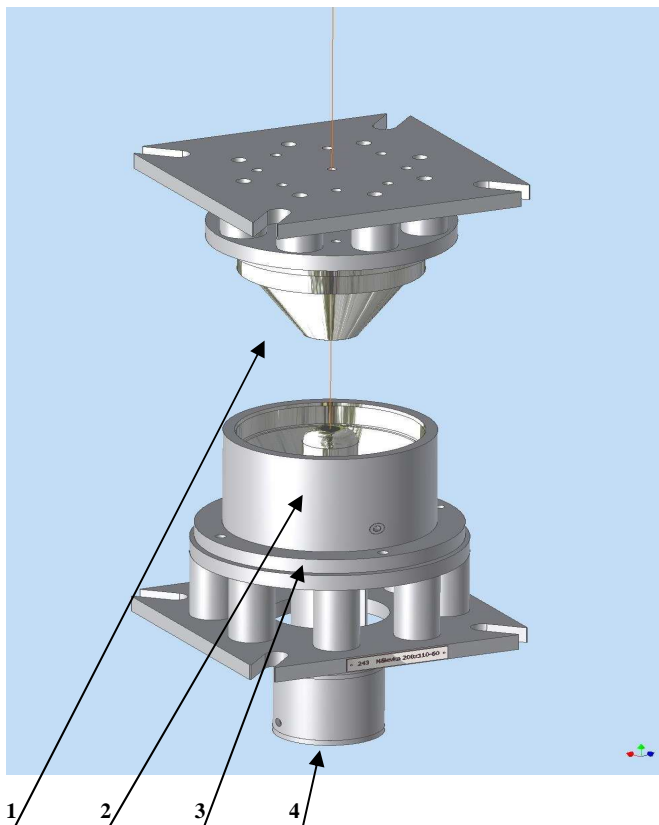
## MATERIÁL A METODIKA

Pro odzkoušení odolnosti povlaků byly vyrobeny nové funkční díly dvou forem, které lisují stejný výrobek. Všechny nové díly jsou pečlivě proměřeny jak z hlediska rozměrů, tak z hlediska tvrdostí. Vybrané díly jedné z forem byly naneseny vhodným povlakem, smontovány a nasazeny do výroby. Na poloautomatických lisech jsou parametry nastaveny a striktně kontrolovány technologií výroby. Obě formy jsou střídavě využívány k výrobě nálevek dle požadavků výroby. Po významnějším zatížení minimálně 1000 ks neboli 1000 zátěžových cyklů (dle zakázek výroby), jsou formy kontrolovány, fotografovány a proměřovány. Tento test bude probíhat až do vyřazení formy,

z důvodu rozměrových změn výrobku. Po vyřazení budou porovnávané díly demontovány, proměřeny kontrolní rozměry, změněna tvrdost popřípadě prokalení vytipovaných částí dílců a budou pořízeny snímky opotřebovaných ploch pro faktografický rozbor.

### Konstrukce forem pro lisovanou keramiku

Na 3D modelu lisovací formy pro keramickou licí nálevku (Obr. 2) bude krátce vysvětlen princip lisování.



Obr. 2: 3D model sestavy formy na keramickou nálevku (vytvořeno produktem Autodesk Inventor)

Horní razník 1 je upevněn na pohyblivé části lisu (tzv. beranu), spodní část formy složená ze středního trnu 2, těla formy 3 a spodního razníku a vyhazovače 4 je upevněna na stole lisu, přičemž spodní razník je ovládán přídatnou pístnicí.

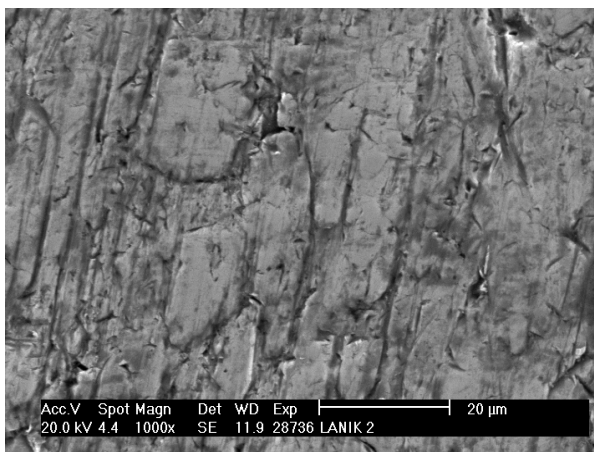
Do těla formy je nasypáno odměřené množství práškové drolenky, která je rovnoměrně rozmístěna okolo středního trnu, horní razník slisuje drolenku do požadovaného tvaru v horní části výrobku

**MENDELNET 2010**

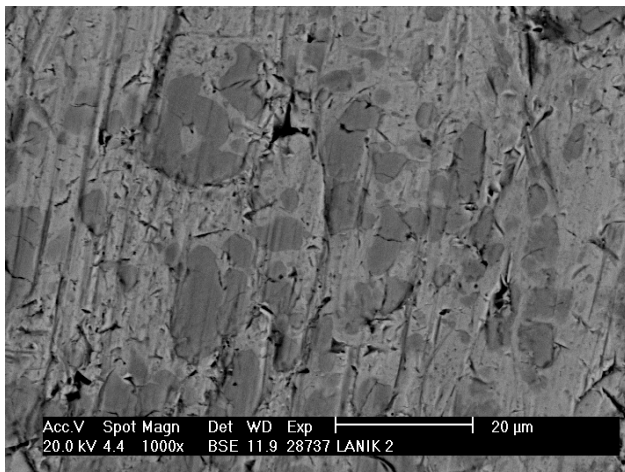
a spodní razník zhutní jeho spodní část. Po vyjetí horní části formy je výrobek vysunut spodním razníkem, v tomto případě vyhazovačem do polohy pro odebrání. Z výše uvedeného vyplývá, že všechny zmiňované části formy zpracovávají abrazivní drolenku a jsou tedy abrazivně opotřebovávány. Pro účel zkoušky tedy vybírám jako vhodné součásti – horní razník a střední trn. Tělo formy je mohutná součást a její povlakování by tudíž bylo nákladné. Spodní razník je tenká tvarově složitá součást, jejíž tvrdost musela být snížena pro zvýšení houževnatosti a zamezení vzniku trhlin při zatížení. Součást s takto sníženou tvrdostí (menší než 58HRC) není vhodná pro povlakování.

**Abrazivní opotřebení součástí**

Pro ilustraci je uvedeno opotřebení na demontovaném již vyřazeném středním trnu. Na elektronovém rastrovacím mikroskopu (REM) byla na středním trnu pozorována a dokumentována plocha neopotřebená a opotřebená. Na Obr. 3 je zachycena neopotřebená plocha se stopami po opracování – svislé rýhy [3]. Obr. 4 při zobrazení v tzv. zpětně odražených elektronech (BSE), ukazuje v hrubém rozlišení rozdílné chemické složení struktury. Základní hmota je světlejší, karbidy se zobrazují jako tmavší plošky.

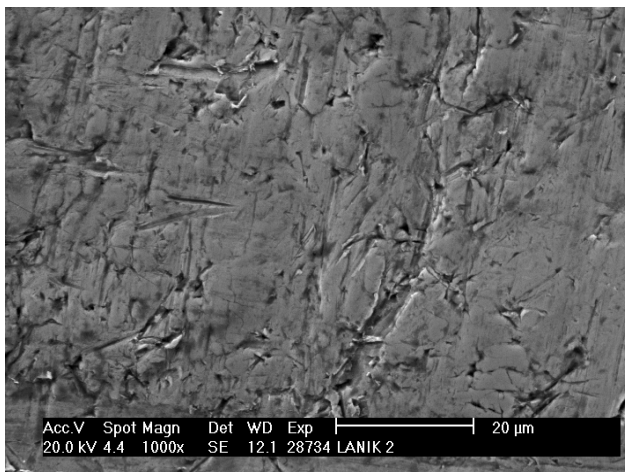


*Obr. 3: Střední trn neopotřebený [3]*

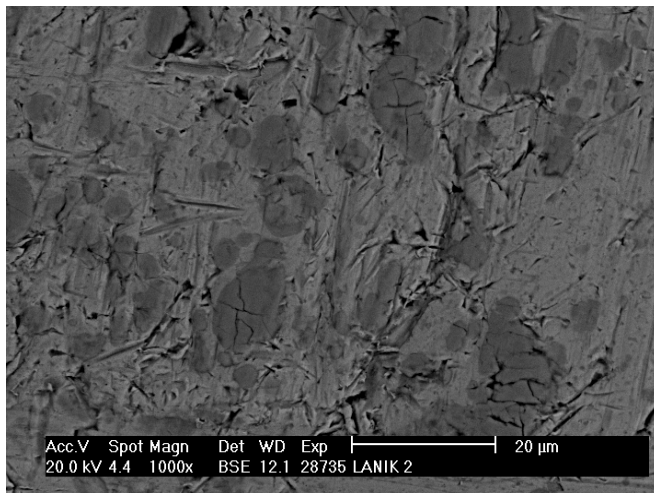


Obr. 4: Střední trn neopotřebený (BSE) [3]

Obr. 5 dokumentuje opotřebený povrch, abrazivní opotřebení je charakterizováno rýhováním, trhlinkami, plastickou deformací a vtiskováním zrn. Při BSE zobrazení Obr. 6 je vidět silné poškození karbidů popraskáním.



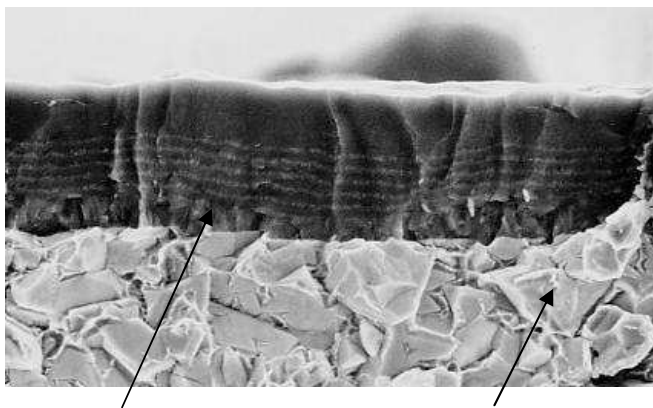
Obr. 5: Střední trn opotřebený [3]



Obr. 6: Střední tm opotřeбенý (BSE) [3]

### Proces povlakování

Povlakování je možné definovat jako proces, jehož výsledkem je vytvoření tenkého izotropního materiálu na funkčních plochách (Obr. 7) s cílem zlepšení vlastností povrchu (otěruvzdornost, tvrdost, koeficient tření...) [2].



povlak o tloušťce 1 – 7 μm

základní materiál

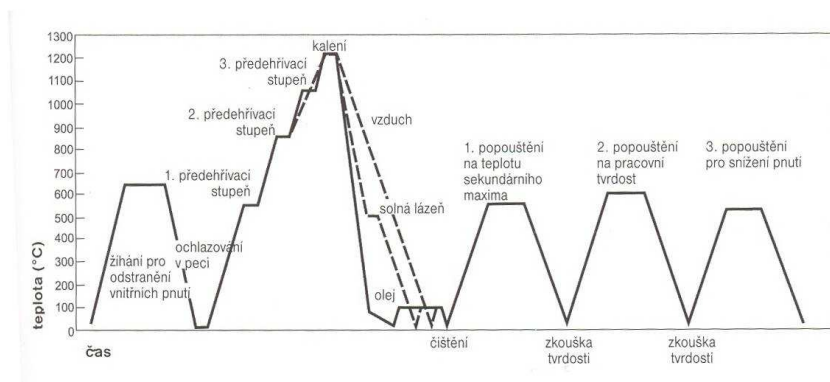
Obr. 7: Mikrosnímek povlakovaného povrchu [2]

Pro naši aplikaci byl vývojovým týmem firmy **Liss Platit** doporučen nanokompozitní povlak **nACo** s vlastnostmi uvedenými v Tab. 1.

Tab. 1: Vlastnosti povlaku nACo

Tvrdoost	Koeficient tření	Teplotní odolnost	Teplota depozice
4500 HV	0,45	1200 °C	450 °C

Námi používaný materiál, nástrojová ocel 19 436 kalená a jedenkrát popuštěna na primární tvrdost je jako podklad pod nanokompozitní vrstvu nevyhovující a to hlavně z hlediska tepelného zpracování. Při depozici na 450 °C by došlo k snížení tvrdosti součástí a k jejich možné deformaci způsobené přítomností nerozpuštěného austenitu. Proto byl pro výrobu součástí zvolen materiál 19 573, kalený na sekundární tvrdost a třikrát popuštěný ( Obr. 8).



Obr. 8: Diagram kalení nástrojových ocelí

Pro zkoušky byly tedy připraveny dva horní razníky a dva střední trny z oceli 19 573, tepelně zpracovány výše uvedeným způsobem na tvrdost 60 HRC. Atesty ocelí, protokoly o měření rozměrů a tvrdostí ověřeny. Jeden horní razník a jeden střední trn byl ve firmě Liss Platit Rožnov pod Radhoštěm napovlakován a dodán do firmy Igor Láník Techservis Boskovice, kde byl spolu s nepovlakovanými dílci namontován do opravovaných forem (Obr. 9).



Obr. 9: Součásti forem připravené ke zkoušce (vlevo povlakované )

Dle požadavků odbytu jsou formy nasazovány do výroby tak, aby na každé z nich byl odlisován stejný počet kusů, tím je zaručeno, že obě formy jsou shodně testovány. Podmínky při lisování jsou jasně dány parametry poloautomatického lisu, které jsou pro každý výrobek přednastaveny technologem a dodržování parametrů výroby je průběžně kontrolováno pracovníky útvaru řízení jakosti. Tyto podmínky jsou jasně vymezeny tzv. technologicky kontrolovaným procesem v rámci směrnice ISO firmy Láník. K **31. 9. 2010** bylo možno provést první vyhodnocení po stanoveném úseku 1850 zátěžných cyklů (kusů) na povlakované formě a 2180 cyklů na standardní formě.

## VÝSLEDKY A DISKUZE

Prvním kritériem pro posouzení povrchů forem je vizuální kontrola, při které jsou na sledovaných dílech vytipována kritická místa.

### **Střední trny:**

Na Obr. 1 vidíme opotřebované střední trny v oblasti styku horního a spodního razníku. Proto byl změřen nejmenší průměr obou trnů v místě největšího opotřebování pomocí přístroje Zeiss Scan Max a porovnán s průměrem původním, dle měřicího protokolu dodavatele (Tab. 2).

Tab. 2: Tabulka naměřených hodnot

	Rozměr	Nové - změněno	Změřeno po testu	Úbytek /průměr	Počet kusů
Trn povlakovaný	76,6 h6	76,595	76,584	0,011	1850
Trn bez povlaku	76,6 h6	76,592	76,460	0,132	2180



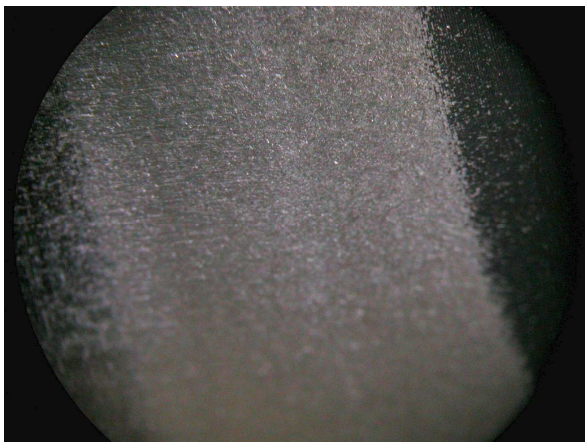
**MENDELNET 2010**

Na několika snímcích v různých zvětšeních budou zdokumentovány opotřeбенé plochy obou trnů (Obr. 11 a 12).

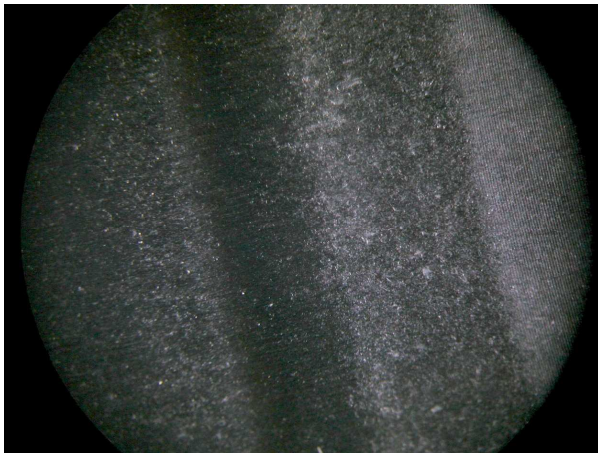


*Obr. 10: Střední trny po odpracování cca. 2000 cyklů*

Z fotografií a tabulky je zřejmé, že při plošném zatížení součásti povlak bez problémů odolává abrazivnímu působení keramiky, zatím co u součásti bez povlaku je vidět rýhy ve směru pohybu razníků. Místa s extrémním zatížením jsou u povlakovaného dílu méně opotřeбенá, protože povlak oddálil styk keramiky s ocelí, to ostatně potvrdilo i měření.



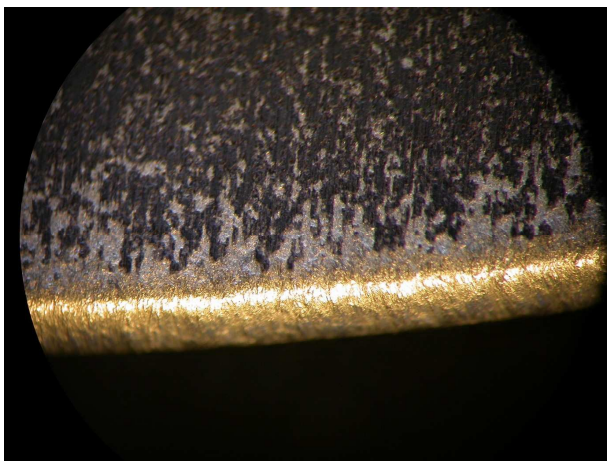
*Obr. 11: Opotřeбенý trn s povlakem (20x zvětšeno)*



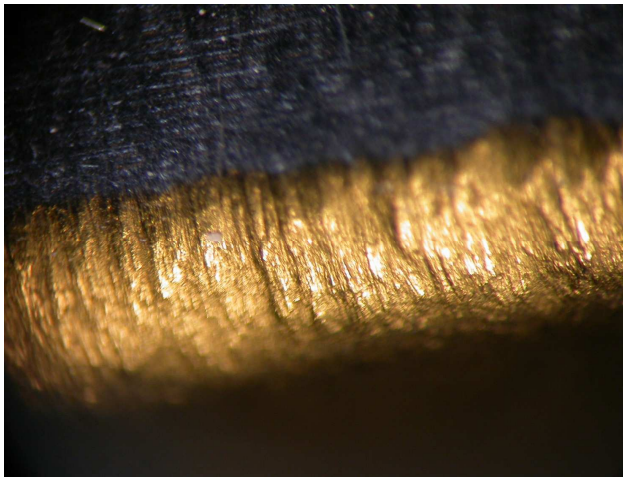
*Obr. 12: Opotřeбенý trn bez povlaku (20x zvětšeno)*

#### **Horní razníky:**

U horních razníků je situace obdobná, na plochách je minimální opotřebení u povlakované součásti je povlak neporušen. Nejvíce namáhaná spodní hrana razníku je díky obrovskému hranovému zatížení opotřebena do rádiusu. Díky povlaku je rádius na povlakovaném razníku menší než na razníku bez povlaku ( Obr 13 a 15). Na povlakovaném razníku byl změřen rádius  $R\ 0,2\ \text{mm}$  a na nepovlakovaném razníku  $R\ 0,6\ \text{mm}$ .



*Obr. 13: Hrana povlakovaného razníku(50x zvětšeno)*



Obr. 14: Hrana nepovlakovaného razníku(50x zvětšeno)

## ZÁVĚR

Z výše uvedených poznatků a měření je zřejmé, že povlaky také prodlužují životnost nástrojů, které zpracovávají vysoce abrazivní keramické materiály. Při velkých hranových zatíženích je povlak po určitém počtu cyklů zcela odstraněn a nástrojová ocel podléhá abrazivnímu opotřebení jako na nepovlakovaném nástroji. Ovšem časový úsek, po který abraze odstraňuje povlak z hrany, prodlužuje životnost nástroje. Při plošném zatížení součásti povlak dostatečně chrání nástroj před abrazivními částicemi a nástroj zůstává hladký, což příznivě ovlivňuje drsnost povrchu lisované tvarovky a usnadňuje její vyjímání z formy. Pojivo neulpívá ve vrypech na nástroji. Pro komplexnější zhodnocení zkoušky bude nutné pokračovat v zatěžování formy až do jejího vyřazení z důvodu rozměrových neshod výrobků a potom provést cenovou rozvahu inovace. Na základě již získaných poznatků lze vyslovit tyto dílčí závěry:

- vzhledem k poměrně vysoké ceně povlaku bude výhodné povlakovat menší a tvarově složitější nástroje,
- využívat povlaky tam, kde je zapotřebí dosahovat hladších povrchů keramiky a kde není možné používat organické separátory,
- na místa s extrémním hranovým zatížením zkusit aplikovat karbidové nástříky větších tloušťek, nebo taková místa na nástrojích nahradit inserty ze slinutých karbidů či keramiky.

**LITERATURA**

---

- [1] *Nabídkový katalog keramických tvarovek firmy Láník. Boskovice.* 2009. 1s.
- [2] SONDOR, Jozef. *Prezentace povlaků Liss.* Rožnov pod Radhoštěm. 2009. 87s.
- [3] PODRÁBSKÝ, Tomáš. *Materiálový rozbor na dodaných nástrojích.* Brno, 2005. 25s.