

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

Zveřejněná podle §31 zákona č. 527/1990 Sb.

(21) Číslo dokumentu:

2015-126

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.:

G01N 19/08 (2006.01)

B30B 11/00 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLVÉHO
VLASTNICTVÍ

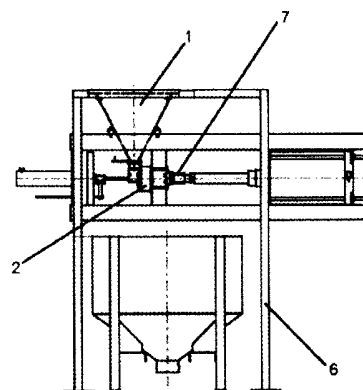
(22) Přihlášeno: **24.02.2015**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **18.05.2016**
(Věstník č. 20/2016)

(71) Přihlašovatel:
České vysoké učení technické v Praze, Fakulta
strojní, Ústav technologie obrábění, projektování a
metrologie, Praha 6, CZ

(72) Původce:
Ing. Libor Beránek, Ph.D., Počedělice, CZ
Ing. Jiří Kyncl, Svitavy, CZ
Ing. Kamil Kolařík, Ph.D., České Budějovice, CZ
Ing. Zdeněk Pala, Ph.D., Zlín, CZ
Ing. Jiří Kyncl, Svitavy, CZ
David Kutěj, Velké Opatovice, CZ

(74) Zástupce:
Ing. Václav Kratochvíl, Husníková 2086/22, 158 00
Praha 13



(54) Název přihlášky vynálezu:
**Experimentální stroj pro testování
otěruvzdornosti, zejména při lisování
žárovzdorných materiálů**

(57) Anotace:
Experimentální stroj pro testování vzorků, zejména
žárovzdorných kamenů, je tvořen rámem (6), ke kterému
je z jedné boční strany připojen horní razník (2) opatřený
hydraulickým válcem, z protilehlé strany spodní razník
(7) opatřený pneumatickým válcem a v horní části je
násypka (1), přičemž forma mezi horním razníkem (2) a
spodním razníkem (7) je vyrobena s úkosem $0,1 \pm 0,02$
mm při výšce vyložení 65 až 75 mm.

~~list~~

27.01.16

~~PV 2045-126~~

-1-

Experimentální stroj pro testování otěruvzdornosti, zejména při lisování žárovzdorných materiálů.

Oblast techniky

Vynález se týká zejména problematiky určení otěruvzdornosti povrchu při lisování žárovzdorných materiálů, není však na tento obor výlučně omezen. Výroba žárovzdorných kamenů patří mezi výrobní procesy, při kterých jsou lisovány keramické materiály s extrémní tvrdostí, např. korund, a otěruvzdornost ploch, které jsou lisování účastny je kritická jak pro životnost lisu, tak pro kvalitu výsledného výrobku.

Dosavadní stav techniky

Otěruvzdornost (wear resistance) charakterizuje odolnost materiálu při jeho styku se zvoleným okolím z hlediska jeho úbytku. Z tohoto vymezení je zřejmé, že otěruvzdornost je konkrétní veličina daná nejen materiálem, který má otěru vzdorovat, ale také prostředím, ve kterém vzdoruje, a typem interakce materiálu s tímto prostředím.

Nejspolehlivější přístup k určení otěruvzdornosti daného materiálu by zřejmě spočíval ve vystavení konkrétního objektu ze zkoušeného materiálu podmínkám, ve kterých je jeho otěruvzdornost relevantní pro jeho životnost. Toto je ovšem z praktického hlediska nesmírně drahé a zdlouhavé, neboť by k tomu muselo dojít v rámci podmínek výrobního procesu a za provozu. Z těchto důvodů se používá pro stanovení otěruvzdornosti takřka výlučně laboratorních měření. K dispozici jsou tři standardní metodiky testování, které ovšem nemají zavedený český název. Označují se jako (i) „standard

Slurry Abrasion Response" (SAR), (ii) „standard Dry Sand Rubber Wheel" (DSRW) abrazivní testy a tzv. (iii) „scratch test" (ST).

SAR je standardizovaný test. V rámci tohoto testu je nejdříve stanoveno tzv. Millerovo číslo, které určuje relativní abrazivitu standardního vzorku vyrobeného ze slitiny železa a 27 % chromu v abrazivním prostředí kalu či kaše obsahující nejčastěji směs vody s křemičitým nebo korundovým pískem. V dalším kroku dochází k umístění vzorku standardních rozměrů, obvykle $7,5 \times 12 \times 25 \text{ mm}^3$ do drážky, na jejíž dně je stejná směs jako v prvním kroku. Tento vzorek je pevně uchycen na pohyblivém rameni a zatěžován. Standardní zatížení vzorku je dle normy 22,24 N. Měří se váhový úbytek a dráha, kterou vzorek vykonal za dobu trvání testu, která je obvykle řádově několik hodin. K měření dochází také v průběhu, nejčastěji po 1 až 2 h. Váhový úbytek se poté přepočítá na objemový v mm^3 , udávané hodnoty mají přesnost 5 %. Zcela jednoznačnou nevýhodou této metodiky je skutečnost, že abrazivní materiál je stále stejný, nedochází k jeho výměně a jeho abrazivní schopnost s časem značně klesá. Pro případ lisování silně abrazivních materiálů jsou jeho výsledky nereprezentativní a značně vzdálené skutečnosti.

DSRW je také standardizován. Princip tohoto testu spočívá v přitlačování vzorku k ocelovému kolu s gumovým vyložením po obvodu. Kolo se v průběhu testování otáčí a do otvoru mezi gumou a vzorkem je sypán stále čerstvý abrazivní prášek, nejčastěji křemičitý či korundový. Doba trvání testu je obvykle několikrát kratší než u SAR testu, znovu se měří váhový úbytek a dráha vzorku, kterou ujel po obvodu kola. Váhový úbytek se znovu přepočítá na objemový, hustota vzorku, případně nástřiku se měří na principu Archimedova zákona. Nevýhodou tohoto abrazivního testu je materiál podložky - gumové kolo, které

v případě lisování žárovzdorných materiálů je také značně vzdáleno reálné podstatě interakce ve výrobním procesu.

Metodika ST spočívá v indentaci obvykle indentoru Rocwellova typu do povrchu normálovou silou F_n při současném pohybu měřeného povrchu, čímž je vyvolána tečná síla F_t . Výsledkem je tedy jedna rýha na povrchu, která je dále analyzována metodami optické mikroskopie a kvantifikována pomocí analýzy obrazu. Cenově se jedná o velmi nákladnou techniku, ovšem jí dedikované přístroje představují již sofistikovaná zařízení a výsledky mají značnou vypovídající hodnotu. Pro určování otěruvzdornosti povrchů při lisování žárovzdorných materiálů je tento přístup nevýhodný z hlediska použití indentoru z jednoho materiálu, obvykle diamantu, který se nelisuje a také provedení pouze jednoho „vrypu“ do povrchu. Nicméně v reálném výrobním procesu je účastno několik tisíc indentorů a vzniká několik tisíc „vrypů“.

Podstata vynálezu

Výše uvedené nedostatky všech tří laboratorních metod, jsou do značné míry odstraněny experimentálním strojem pro testování povrchů, zejména při lisování žárovzdorných materiálů, podle tohoto technického řešení. Jeho podstatou je rám, ke kterému je z jedné boční strany připojen horní razník opatřený hydraulickým válcem, z protilehlé strany spodní razník opatřený pneumatickým válcem a v horní části je násypka, přičemž forma mezi horním razníkem a spodním razníkem je vyrobena s úkosem $0,1 \pm 0,02$ mm při výšce vyložení 65 až 75 mm.

Účelem projektu je získat, z konstrukčního i materiálového hlediska, nové formy na lisování žárovzdorných kamenů. Projekt má v průběhu svého řešení několik dílčích cílů. Prvním je výběr vhodných materiálů, různých metod nanášení povlaků, návarů atd. Budou studovány faktory, tj. technologické podmínky depozice, které mají vliv na výsledné parametry, tzv. responsní veličiny, např. fázové složení vrstvy, její tvrdost, adheze k základnímu materiálu formy, drsnost povrchu, otěruvzdornost a nelepivost lisovaného materiálu. Ze série vzorků a jejich ochranných povlaků bude zpracováno vyhodnocení, dle kterého bude vybrán nejvhodnější materiál pro výrobu nové formy v reálném provozu. Vzorky budou analyzovány z hlediska integrity povrchu, tj. jejich struktury povrchu, fázového složení, mikrotvrdosti, otěruvzdornosti, soudržnosti nanesené vrstvy se základním materiálem atd. U vybraných perspektivních materiálů bude provedena i analýza zbytkové napjatosti a metalografie s ohledem na jejich vhodnost pro použití při lisování žárovzdorných materiálů.

Konstrukční řešení testovacího stroje bylo navrženo dle požadavků na lisování tak, aby se co nejvíce podobalo lisování na skutečných lisech, např. SGP ve Svitavách. Běžně lisování probíhá např. na hydraulických lisech SGP se jmenovitým příkonem 630 W a lisovacím tlakem 45 MPa ve vertikální poloze. Spodní razník prochází formou s tolerancí v nejmenším rozměru - 0,05 mm. Spodní razník vymezuje výšku výlisku tak, aby při stlačení horním razníkem odpovídala požadavkům. Při slisování výlisku vyjede horní razník z hnízda a spodní razník vytlačí výlisek ven z formy. Vyložení formy je vyrobeno s úkosem tak, aby nedocházelo při vytlačení k poškození stěn výlisku.

Dle těchto požadavků byl navržen i testovací stroj. Testovací stroj má možnost lisovat až se jmenovitým tlakem 100 MPa, při seřizování je nutno správně stanovit násyp hmoty do hnízda a tím vymezit správný lisovací tlak. Celá forma je vyrobena s úkosem 0,1 mm při výšce vyložení 70 mm, kdy menší otvor je na výstupu. Tím bylo konstrukčně hnízdo nastaveno tak, aby opotřebení při testování bylo mnohem vyšší než při běžném lisování. Proto je nutno správně nastavit koeficient přepočtu životnosti daného vyložení. Toto konstrukční řešení bylo navrženo vzhledem k urychlení testování. Forma se zakládá tak, že je třeba správně založit vyložení proti ose razníků. Celé vyložení se do formy ukládá s vůlí, která je posléze dotažena šrouby tak, aby uložení vyložení splňovalo požadavky při lisování. Opět bylo toto konstrukční řešení navrženo vzhledem k použitým jakostem a speciálním povlakům, na které nesmí být vyvinuta žádná mechanická síla - běžně je vyložení do formy natloukáno pomocí kladiva.

Objasnění obrázků na výkresech

Experimentální stroj pro testování vzorků, zejména žárovzdorných kamenů, podle tohoto technického řešení bude podrobněji popsán na konkrétním příkladu provedení s pomocí přiložených výkresů, kde na obr. 1 je znázorněn příkladný stroj v nárysu, na obr. 2 v bokorysu a na obr. 3 je znázorněno schéma zapojení stroje.

Příklady uskutečnění vynálezu

Příkladný experimentální stroj pro testování vzorků žárovzdorných kamenů je tvořen rámem 6, ke kterému je z jedné boční strany připojen horní razník 2 opatřený hydraulickým válcem, z protilehlé strany spodní razník 7 opatřený

pneumatickým válcem 10 a v horní části je násypka 1, přičemž forma mezi horním razníkem 2 a spodním razníkem 7 je vyrobena s úkosem 0,1 mm při výšce vyložení 70 mm.

Samotné lisování probíhá tak, že horní razník 2 s hydraulickým pohonem natlačí směs do hnízda proti spodnímu razníku 7, kde je zpětný chod s pneumatickým válcem. Tedy ve chvíli stlačení lisovací směsi dojde k přetlačení pneumatického válce hydraulickým pohonem a tak se vytlačí suchá lisovací směs mimo hnízdo. Směs je tak tlačena největší možnou dráhou vyložení z většího rozměru do menšího, lisovacím tlakem cca 50 MPa. Při běžném lisování se používá lisovací směs s 6 % vlhkostí pro držení tvaru. Suchá lisovací směs je mnohem abrazivnější a má také vliv na stanovení koeficientu pro přepočet životnosti vyložení hnízda.

Během testování bylo třeba vyřešit vzniklé závady. Bylo třeba nastavit správný lisovací tlak, který je přímo úměrný odporu pneumatického válce a objemu jednotlivé dávky lisovací směsi na výlisek. Množství není přesně dávkováno, ale závisí na sypkosti lisovací směsi a je přímo úměrné množství vniklé směsi během časové prodlevy horního razníku 2 a hloubkou zajetí horního razníku 2 do hnízda. Byl stanoven nejnižší možný tlak pneumatického válce pro spodní zajetí do hnízda, který je cca 41 kPa. Dále bylo dle dílčích cyklů stanoveno vymezení zajetí horního razníku 2 do ústí násypky 1, kdy konec horního razníku 2 je cca 20 mm od ústí vstupu vyložení formy. Tím byl dosažen hydraulický lisovací tlak pohybující se v rozmezí mezi 30 až 50 MPa. Během testování dochází k opotřebení vyložení formy, kdy je možno opotřebení pozorovat při poklesu lisovacího tlaku, který je zaznamenán v grafu.

Dále je třeba dodržet zásadu, že ke každému testovanému vyložení musí být použita sada nových razníků. Tedy musel být konstrukčně upraven horní razník 2 i spodní razník 7 tak, aby bylo možno vyměnit vždy jen část, která lisuje z důvodu finančních úspor a náročnosti na výrobu nových razníků a také dodržet takové řešení, které nebude náročné na výměnu. K tomuto závěru bylo nutno přistoupit vzhledem k masivním opotřebením styčných ploch z důvodu abrazivního působení lisovací směsi.

Přes všechna úskalí se povedlo odladit testovací stroj a začít testovat konkrétní vzorky. Vzhledem k vysoce abrazivní lisovací směsi, je ještě třeba testovací stroj vybavit odsávací jednotkou, která zamezí nadměrné prašnosti. Prašnost okolo testovacího stroje má velmi negativní vliv na pohony testovacího stroje. Vzhledem k velkému množství vzorků byl stanoven postup takový, aby bylo možno v co nejmenším časovém horizontu odtestovat cca okolo 70^{ti} vyložení. Každé vyložení bude změřeno před uložením do rámu testovacího stroje, dále bude změřen rozměr otvoru po založení před lisováním, následně bude v časovém horizontu cca 3 h odlisováno celkem 3000 zalisování, poté bude opět přeměřen otvor vyložení v rámu. Podle velikosti opotřebení bude stanoven další počet výlisků a postup se bude opakovat. Všechna měření se budou zaznamenávat do protokolu, ze kterých bude stanoven výběr materiálů odpovídajících 25[↑]x násobné životnosti oproti životnosti při běžném lisování.

Opotřebení se musí pohybovat max. okolo 0,2 mm na obvodu, jinak nesplní požadavek běžného opotřebení. Opotřebení větší než 0,4 mm na obvodu rozměru, tedy záložka menší o 0,2 mm nevyhovuje tvaru výlisku.

Průmyslová využitelnost

Problematika snížení životnosti povrchů, na kterých dochází k abrazi, je více než aktuální téma nejen v oboru výroby žárovzdorných kamenů, ale také v oboru dobývání nerostných surovin, např. povrchová těžba hnědého uhlí kolesovými rypadly, či zemědělství, např. životnost pluhu při orbě, a potravinářství, např. lisování olejů. Ve všech těchto oblastech dochází vlivem značné konkurence k tlaku na zvýšení životnosti strojů, k čemuž lze využít moderní metody úpravy povrchu ať již pomocí tepelně-chemických procesů, jako je nitridování, cementování, boridování, atd., povlakování tenkými vrstvami nebo depozicí tvrdých nástřiků. Díky značné blízkosti reálnému výrobnímu procesu a také schopnosti věrně simulovat kontakt se silně abrazivním prostředím, nalezne navržený experimentální stroj uplatnění při testování otěruvzdornosti povrchů. Přímocí a jednoduchost vyhodnocení otěruvzdornosti patří mezi nesporné přednosti navrhovaného řešení.

~~hsc~~

27.01.16

~~PV 2015-12~~

- 9 -

P A T E N T O V É N Á R O K Y

X

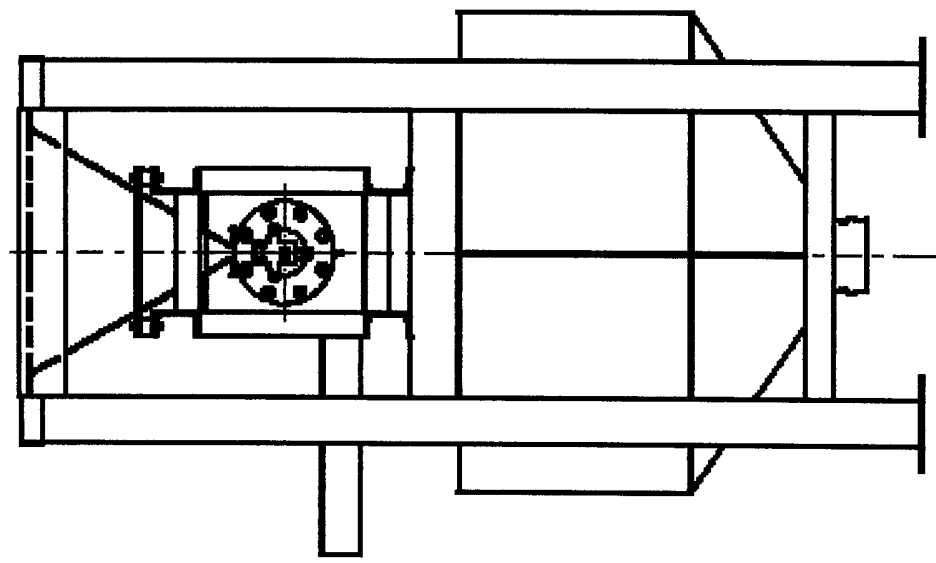
Experimentální stroj pro testování vzorků, zejména žárovzdorných kamenů, **vyznačující se tím, že** je tvořen rámem (6), ke kterému je z jedné boční strany připojen horní razník (2) opatřený hydraulickým válcem, z protilehlé strany spodní razník (7) opatřený pneumatickým válcem (10) a v horní části je násypka (1), přičemž forma mezi horním razníkem (2) a spodním razníkem (7) je vyrobena s úkosem $0,1 \pm 0,02$ mm při výšce vyložení 65 až 75 mm.

PV 2015-126

19.01.18

hsl
1/2

Obr. 2



Obr. 1

