

# UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

## 34 060

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

**G01N 3/36** (2006.01)  
**G01N 3/56** (2006.01)

(19)  
ČESKÁ  
REPUBLIKA



ÚŘAD  
PRŮMYSLOVÉHO  
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2020-37475**  
(22) Přihlášeno: **31.08.2018**  
(47) Zapsáno: **01.06.2020**

(73) Majitel:  
Vysoké učení technické v Brně, Brno, Veveří, CZ  
Ústav geoniky AV ČR, Ostrava, Poruba, CZ

(72) Původce:  
prof. Ing. Rudolf Hela, CSc., Brno, Líšeň, CZ  
doc. Ing. Lenka Bodnárová, Ph.D., Brno, Královo  
Pole, CZ  
Ing. Petr Hlaváček, Ph.D., Ostrava, Poruba, CZ  
Ing. Libor Sitek, Ph.D., Bohumín, Záblatí, CZ

(74) Zástupce:  
Kania, Sedlák, Smola, s.r.o., Mendlovo náměstí  
907/1a, 603 00 Brno, Staré Brno

(54) Název užitého vzoru:  
**Zařízení pro zkoumání povrchu  
cementového kompozitu**

CZ 34060 U1

## Zařízení pro zkoumání povrchu cementového kompozitu

### Oblast techniky

5

Technické řešení se týká zařízení pro zajištění provedení optimální trajektorie drah trysky pro co nejobektivnější zkoumání účinnosti těsnící přísady na povrchu cementového kompozitu, kterými je ošetřen např. beton pro lepší odolnost proti erozi.

10

### Dosavadní stav techniky

Cementové kompozitní materiály použité pro konstrukce přehrady, drenáž tunely, kanály, atd. jsou ovlivněny postupnou erozí rychle tekoucí vodou, k níž přistupuje abrazivní opotřebení způsobené přítomností drobných částic ve vodním proudu. U cementových kompozitů (beton, malta, stěrky apod.) je často vyžadována zvýšená odolnost povrchu. Toho lze dosáhnout pomocí speciálních nátěrů povrchu.

Trvanlivost betonové konstrukce je závislá nejen na použitých materiálech, jejich vzájemných vazbách a vnitřní struktuře, ale především na fyzikálních a chemických vlivech okolního prostředí. U konstrukcí z betonu, které jsou vystaveny působení proudící vody, jako jsou například vodní nádrže, kanalizace, přístavní konstrukce, je jedna z hlavních forem degradace spojena s erozivními procesy. Eroze způsobená povrchovým opotřebením hydraulických betonových konstrukcí rychle proudící vodou je charakterizována postupným rozpadem a transportem odděleného materiálu po povrchu betonu.

Jednou z možností, jak lze zvýšit odolnost povrchových vrstev betonu proti erozivnímu opotřebení je použití speciálních impregnací, které vytvoří na betonovém povrchu odolnou ochrannou vrstvu. Progresivní jsou impregnační přípravky na bázi křemičitanu lithného, které pronikají do pórů povrchové vrstvy betonu a chemicky reagují s volným vápnem přítomným v povrchové cementové vrstvě a vytváří tak hustou mikrostrukturu, která je chemicky trvanlivá a odolná erozi a abrazi.

Eroze povrchu betonu vystaveného proudění tekutiny (čistá voda, voda s malými částicemi, jako je písek nebo kanalizační voda) je dlouhodobý proces; obvykle trvá několik měsíců až let. Není k dispozici efektivní metoda pro hodnocení odolnosti proti erozi v krátkém časovém období.

Cílem technického řešení je představit trajektorie drah trysky při zkoumání účinnosti těsnící přísady na povrchu cementového kompozitu, které by umožňovaly posouzení v krátkém časovém období.

### Podstata technického řešení

Výše uvedené nedostatky odstraňuje zařízení pro zkoumání povrchu cementového kompozitu podle technického řešení, jehož podstata spočívá v tom, že je opatřeno vedením pro hlavu k vytvoření vzoru trajektorií drah trysky, kdy má trajektorie drah při pohledu shora cik-cak hadovitý vzor, který má čtvercový tvar o hranách čtverce 20 mm s roztečí jednotlivých řezů 1 mm a trajektorie drah je tvořena liniemi probíhajícími ze shora nahoru a ze shora dolů.

50

Ve výhodném provedení je celý vzor tvořený trajektorií dráhy opět čtverec a jednotlivé řezy mají opět rozteč 1 mm, ale trajektorie je tvořena liniemi probíhajícími ze shora nahoru a ze shora dolů.

Objasnění výkresů

5 Technické řešení bude dále přiblíženo pomocí výkresů, na kterých obr.1 představuje schématický pohled na zařízení na provádění způsobu pro posouzení účinnosti těsnících přísad na povrchu cementového kompozitu, obr.2 představuje schématický pohled na dvě možné a výhodné, navzájem kolmé trajektorie trysky z obr.1 podle technického řešení a obr.3 představuje graf se záznamem měřeného profilu řezu od vodního paprsku.

10 Příklady uskutečnění technického řešení

Zjišťování účinnosti těsnící přísady v cementovém kompozitu je založeno na stanovení míry odolnosti povrchové vrstvy kompozitu vůči průniku tlakové vody.

15 Na obr. 1 je vidět schématický pohled na zařízení podle technického řešení s řezací hlavou 1 s tryskou 3 tryskající vodní paprsek 4 oproti testovanému vzorku 2 uspořádaném na neznázorněném polohovacím CNC řízeném stole. Vzorek 2 vystaven působení tlakové vody.

20 Při provádění zkoumání vrstvy s využitím trajektorií drah 7 hlavy 1 s tryskou 3 na zařízení podle technického řešení je vzorek 2 uložen v definované vzdálenosti od trysky 3 vodního paprsku 4 a tryska 3 je vedena po předepsaných drahách 7 předem definovanou rychlostí a s předepsaným typem paprsku. Příklad trajektorií takových drah 7 je na obr. 2.

25 Použití vodního paprsku je výhodné, neboť se jedná o simulaci zrychleného postupu erozivního opotřebení podobný s reálným procesem erozivního opotřebení.

30 Rychlost posuvu stolu vůči řezací hlavě je řízena řídicím systémem stolu. Vzorky betonu jsou vystaveny vodnímu paprsku ve vzdálenosti zhruba 50 mm, což je vzdálenost mezi tryskou 3 a plochou vzorku 2. Je použit konstantní provozní tlak vody 80 MPa. Úhly nárazu trysky 3 jsou 90° nebo 45°. Zatímco kolmý dopad paprsku 4 na zkoumanou plochu lze připodobnit k reálnému případu přepadu vody na dno, dopad pod úhlem 45° lépe odpovídá skutečnému proudění rychle tekoucích proudů po povrchu betonů, například v přepadových žlabech, kanálech a kanalizacích.

35 Na obr. 2 je schématický pohled na dvě cik-cak trajektorie drah 7 trysky 3 nad betonovým vzorkem podle technického řešení. Tyto dvě trajektorie jsou vůči sobě natočené o 90°. Vodní paprsek se tedy pohybuje nejprve z pravé strany na levou, ve znázorněném případě po linii o délce 20 mm, poté se kolmo přesune o 1 mm dolů na další řádek a zde se vrací z levého okraje vzorku na pravý okraj, kde je opět veden o 1 mm směrem dolů na pozici o řádek níže, kde se pak celý proces opakuje a vodní paprsek se tak pohybuje po cik-cak hadovité trajektorii za účelem ovlivnění co největší plochy vzorku. Celý vzor, který je trajektorií dráhy 7 tvořen, má čtvercový tvar o hranách čtverce 20 mm s roztečí jednotlivých řezů 1 mm a trajektorie je tvořena liniemi probíhajícími ze spodu dolů a ze shora nahoru. Napravo na obr. 2 je pak druhá možná a výhodná trajektorie dráhy 7 vodního paprsku 4, přičemž celý vzor tvořený trajektorií dráhy 7 je opět čtverec a jednotlivé řezy mají opět rozteč 1 mm, ale trajektorie je tvořena liniemi probíhajícími ze spodu nahoru a ze shora dolů. Výhodně je rychlost posuvu trysky nad betonovým vzorkem stanovena na 500 mm·min<sup>-1</sup>. Jeden erozní cyklus trvá přibližně 110 sekund.

50 Zpětné zjištění, zda byla těsnící přísada použita nebo zda má očekávaný efekt, je u způsobu s využitím trajektorií drah 7 trysky 3 podle technického řešení založeno na hodnocení hloubky průniku tlakové vody ve formě vysokorychlostního paprsku, který působí na povrch betonu. Na základě porovnání lze hodnotit těsnící přísady tím, že se porovnají výsledky na referenčním vzorku bez nátěru a na vzorku s nátěrem a je také možno porovnávat různé druhy nátěrů od různých výrobců mezi sebou.

Na obr. 3 je graf se záznamem z vyhodnocení jednoho řezu pomocí mikroskopu. Jedná se o graf, kde na vodorovné ose je délka řezu a na svislé ose je hloubka řezu. Je zde vidět maximální hloubka řezu v místě 5 a objem 6 erodovaného betonu. Hodnotí se tedy hloubka průniku vody, tj. přesněji průměrná maximální hloubka eroze  $H_{max}$ , stejně jako erodovaný objemu  $V_e$ . Oba parametry jsou, jak již bylo zmíněno určeny pomocí digitálního mikroskopu.

Průměrná maximální hloubka je dle představovaného řešení stanovena jako průměrná hodnota maximálních hloubek 40 profilů umístěných ve vzdálenosti 0,25 mm od sebe, měřeno na nově vytvořených řezech.

Objem erodovaného betonu  $V_e$  je měřen v každém řezu, objemová erozní rychlost  $V_r$  je stanovena takto:

$$V_r = \frac{V_e}{t_e}$$

(1)

kde  $t_e$  je doba expozice

$$t_e = N \cdot t_c$$

(2)

kde  $N$  je počet frézovacích cyklů a  $t_c$  je čas pro jeden frézovací cyklus. Na rozdíl od objemu erodovaného betonu udává  $V_e$  udává  $V_r$  rychlost erozního porušování povrchových vrstev zkušebních vzorků a lépe vystihuje erozní schopnosti vysokorychlostního vodního proudu v případě zpevněné povrchové vrstvy.

Efekt těsnicí přísady se projeví ve zvýšené odolnosti povrchu zkušebního vzorku vůči průniku vysokorychlostního paprsku a tím nižší dosažené hloubce řezu ve zkoumaném vzorku v porovnání se vzorkem bez aplikace těsnicího nátěru. Tento předpoklad byl experimentálně ověřen s vysokou mírou korelace.

Způsob s využitím trajektorie podle technického řešení zahrnuje následující kroky:

- 1) Příprava zkušebního vzorku: aplikace těsnicího materiálu na povrch vzorku cementového kompozitu nebo hotového výrobku dle postupu definovaného výrobcem těsnicího materiálu.
- 2) Uložení vzorku na stole v definované vzdálenosti od trysky řezací hlavy 1 s vodním paprskem.
- 3) Testování odolnosti povrchu zkušebního vzorku: vedení stolu vůči trysce 3 s vodním paprskem 4 po předepsaných drahách 7, předem definovanou rychlostí a s předem definovaným typem paprsku o předem definovaném tlaku, průtoku, rychlosti posuvu a úhlu dopadu.
- 4) Vyhodnocení interakce vysokorychlostního vodního paprsku a povrchu zkoumaného materiálu
  - a) měření hloubky řezu, respektive stanovení průměrné maximální hloubky eroze  $H_{max}$  jako průměrné hodnoty maximálních hloubek 40 profilů (umístěných v předem definované vzdálenosti od sebe) pomocí mikroskopu

- b) měření erodovaného objemu  $V_e$  v každém řezu pomocí mikroskopu:
- 5 c) stanovení doby expozice jako součinu počtu frézovacích cyklů a času jednoho frézovacího cyklu erozní rychlosti jako poměru.
- d) stanovení objemové erozní rychlosti jako podílu objemu erodovaného betonu a doby expozice.
- 10 5) Porovnání jednotlivých zkoumaných parametrů na jednotlivých vzorcích s nátěrem včetně porovnání s výslednými parametry na vzorku bez nátěru.
- 6) Vyhodnocení efektu zvýšení odolnosti povrchu jednotlivých vzorků.

15

### Průmyslová využitelnost

Způsob pro posouzení účinnosti těsnících přísad na povrchu cementového kompozitu s využitím uvedené trajektorie lze využít zejména jako efektivní metodu pro hodnocení odolnosti proti erozi v krátkém časovém období, má-li být posuzovaný materiál vystaven proudění tekutiny a dochází tak k jeho erozi. Představený způsob je vhodný i z hlediska jeho podobnosti s reálným procesem erozního poškozování.

20 Na základě porovnání výsledných parametrů jako je především hloubka řezu od vodního paprsku lze vyhodnocovat efekt zvýšení erozní odolnosti u různých typů vzorků s nátěrem oproti vzorkům bez nátěru nebo lze porovnávat zvýšení odolnosti vůči erozi jednotlivých nátěrů od různých výrobců mezi sebou a například vyhodnocovat, který nátěr má na zvýšení odolnosti vůči erozi největší vliv.

25 Představeným způsobem s uvedenými trajektoriemi lze testovat vhodnost daného nátěru pro konstrukce z betonu, které jsou vystaveny erozivnímu působení proudící vody, jako jsou vodní nádrže, kanalizace, přístavní konstrukce apod.

35

## NÁROKY NA OCHRANU

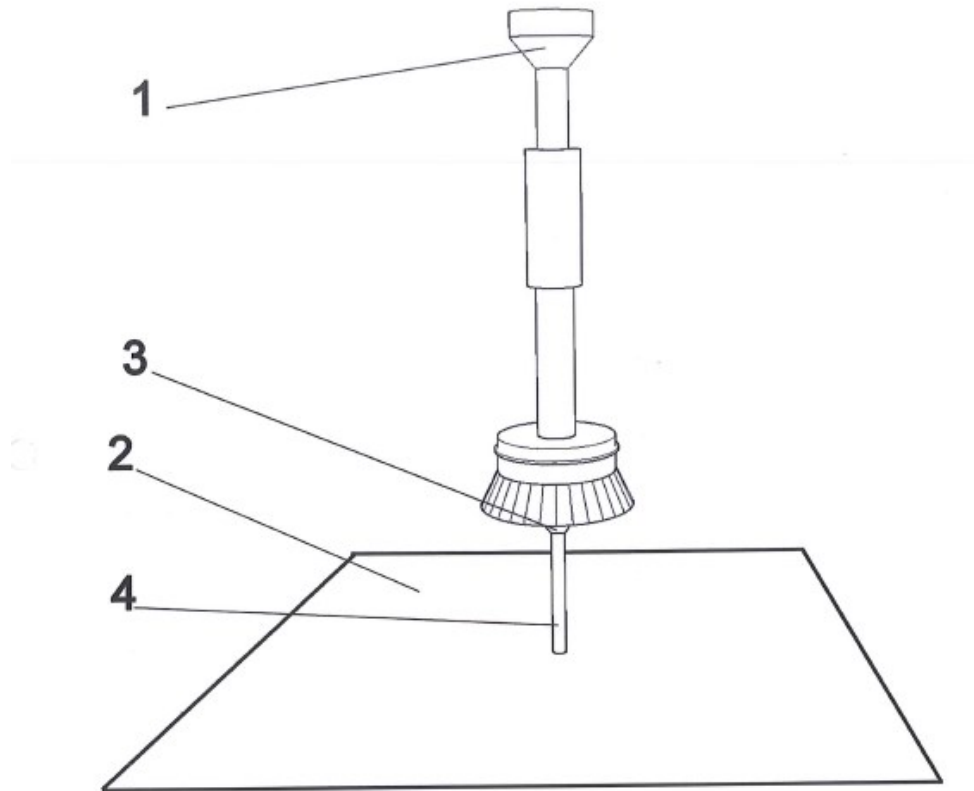
1. Zařízení pro zkoumání povrchu cementového kompozitu obsahující řezací hlavu (1) s tryskou (3) na vodní paprsek (4) pro zkoumání účinnosti těsnící přísady na povrchu cementového kompozitu, **vyznačující se tím**, že je opatřeno vedením pro hlavu (1) k vytvoření vzoru trajektorií drah (7) trysky (3), kdy má trajektorie drah (7) při pohledu shora cik-cak hadovitý vzor, který má čtvercový tvar o hranách čtverce 20 mm s roztečí jednotlivých řezů 1 mm a trajektorie drah (7) je tvořena liniemi probíhajícími ze shora nahoru a zesponu dolů.

45

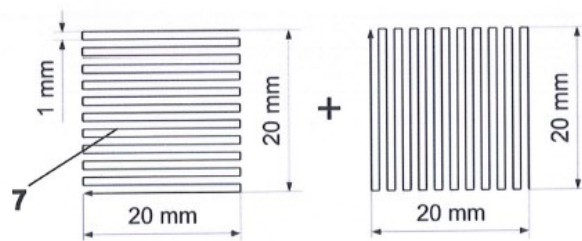
2. Zařízení podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že celý vzor tvořený trajektorií dráhy (7) je opět čtverec a jednotlivé řezy mají opět rozteč 1 mm, ale trajektorie je tvořena liniemi probíhajícími zesponu nahoru a ze shora dolů.

50

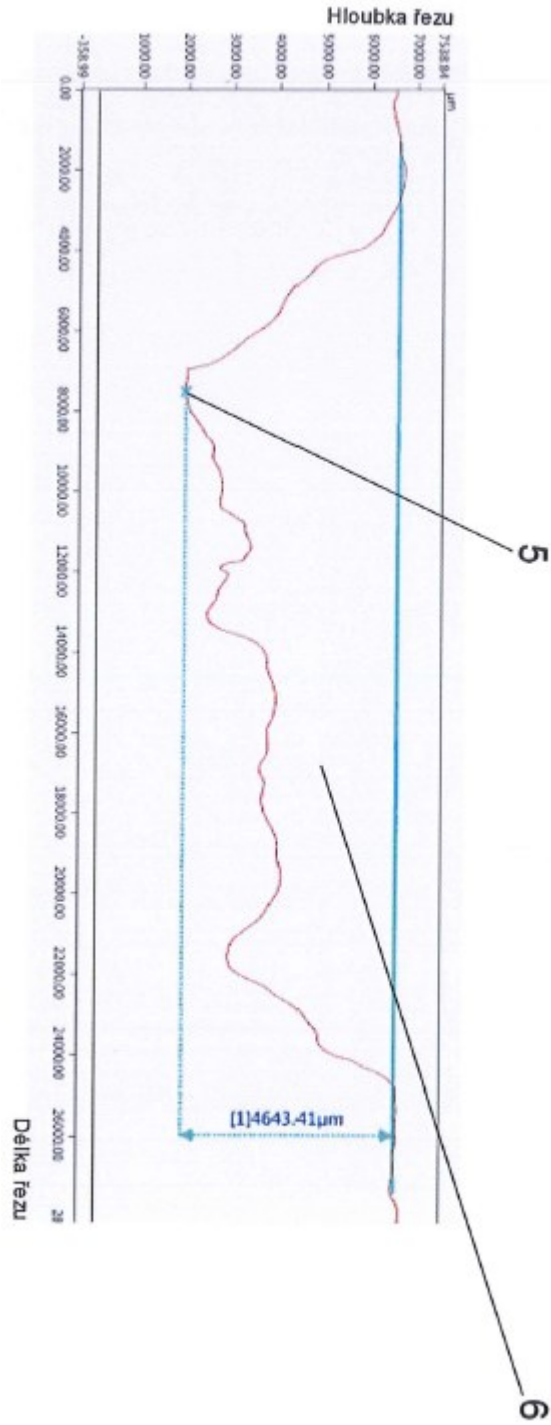
2 výkresy



Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3