

# PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

## 306 484

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:

**C04B 18/08** (2006.01)

**C04B 24/20** (2006.01)

**C04B 24/32** (2006.01)

(19)  
ČESKÁ  
REPUBLIKA



ÚŘAD  
PRŮMYSLVÉHO  
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2015-882**

(22) Přihlášeno: **10.12.2015**

(40) Zveřejněno: **08.02.2017**

**(Věstník č. 6/2017)**

(47) Uděleno: **28.12.2016**

(24) Oznámení o udělení ve věstníku: **08.02.2017**

**(Věstník č. 6/2017)**

(56) Relevantní dokumenty:

CZ 292 875 B6; CZ 2000-3781 A3; CZ 2015-29 A3; CZ 275 057 B6; CN 101643328 A; CN 104478245 A.

(73) Majitel patentu:  
Vysoká škola chemicko-technologická v Praze,  
Praha 6 Dejvice, CZ  
České vysoké učení technické v Praze, Praha 6, CZ  
ČEZ Energetické produkty, s.r.o., Hostivice, CZ

s formaldehydem, polymery polykarboxylátů, nebo  
polymery fosfonátů.

(72) Původce:  
doc. RNDr. František Škvára, DrSc., Praha 4  
Modřany, CZ  
Ing. Rostislav Šulc, Praha 4, CZ  
Ing. Roman Snop, Králův Dvůr - Zahořany, CZ

(74) Zástupce:  
Ing. Kateřina Kovaříčková, Oddělení transferu  
technologií, Vysoká škola chemicko-technologická  
v Praze, Technická 5, 166 28 Praha 6

(54) Název vynálezu:

**Způsob přípravy bezslínkového  
hydraulického pojiva**

(57) Anotace:  
Způsob přípravy bezslínkového hydraulického pojiva  
smísením fluidního popílku ze spalování uhlí s mletým  
vápencem, který obsahuje kromě hlinitokřemičité látky  
také nejméně 2 % hmotn. volného CaO a nejméně 2 %  
hmotn. CaSO<sub>4</sub>, nebo jeho směsí s látkami vybranými ze  
skupiny tvořené křemičitým úletovým popínkem a  
Ca(OH)<sub>2</sub>, se záměsovou vodou obsahující plastifikátor  
pro zlepšení reologických vlastností v koncentraci 0,2 až  
3 % hmotn., vztaženo na hmotnost fluidního popílku,  
spočívá podle vynálezu v tom, že se fluidní popílek ze  
spalování uhlí s mletým vápencem umele na měrný  
povrch 350 až 650 m<sup>2</sup>/kg. Záměsová voda se mísí  
s umletým fluidním popínkem nebo s jeho směsí  
v hmotnostním poměru 0,2 až 0,65. Fluidní popílek se  
před smísením s Ca(OH)<sub>2</sub> a/nebo křemičitým úletovým  
popínkem umele, nebo se umele společně  
s Ca(OH)<sub>2</sub> a/nebo křemičitým úletovým popínkem.  
Záměsová voda obsahuje plastifikátor, který je vybrán ze  
skupiny tvořené sulfonovanými polymery melaminu

CZ 306484 B6

## Způsob přípravy bezslínkového hydraulického pojiva

### Oblast techniky

5

Vynález se týká způsobu přípravy bezslínkového hydraulického pojiva.

### Dosavadní stav techniky

10

Při výrobě elektrické energie spalováním uhlí a následným odsiřováním kouřových plynů vznikají jako hlavní sekundární produkty úletové popílky a sádrovce. Úletový popílek vzniká při spalování uhlí při teplotách nad 950 °C (často nad 1100 °C).

15

Při fluidním spalování uhlí lze odsiřování provádět tím, že se mleté uhlí mísí s mletým vápencem a při tomto způsobu vznikají fluidní popílky. Tyto produkty jsou produkovány v celosvětovém měřítku v obrovských kvantech.

20

Úletové popílky (ve smyslu ČSN EN 450, ČSN 72 2071... nazývané křemičitými popílky) vznikají při spalování uhlí v tepelných elektrárnách. Jsou to nespalitelné zbytky z uhlí a jejich chemické, mineralogické složení a morfologie je závislé na složení uhlí a podmínkách spalování. Chemické složení je různé a pohybuje se v poměrně širokém rozsahu (přepočtené na oxidy)  $\text{SiO}_2$  10 až 50 %,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  19 až 30 %,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  5 až 16 %,  $\text{CaO}$  2 až 20 %,  $\text{MgO}$  0,3 až 3 %,  $\text{SO}_3$  0,1 až 0,9 %. Mohou obsahovat v závislosti na lokalitě uhlí i řadu dalších prvků. Popílky obsahují skelnou či silně slinutou fázi na bázi křemičitanů, která obsahuje řadu prvků, především Al, Ca, Mg, Fe a další. Dále pak obsahují krystalické minerály jako je mullit, křemen, hematit a řadu dalších v závislosti na složení uhlí a podmínkách spalování. Rovněž morfologie částic popílku je pestrá, nejčastěji se vyskytuje kulovitý tvar částic.

25

30

Elektrárenské úletové popílky jsou látky, které mají latentně hydraulické vlastnosti. Při hydrataci ve směsi s  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  resp. portlandským cementem vznikají hydráty podobné hydrátům vznikajícím při reakci portlandského cementu s vodou. Jsou to fáze C–S–H, gehlenithydrát, hydrogranáty a další. Tohoto faktu se využívá od 30. let 20. století, kdy se do betonu resp. do směsných cementů s úspěchem přidává elektrárenský úletový křemičitý popílek.

35

40

Rozsáhlé přehledy o dosavadním stavu využití úletových křemičitých popílků byly uveřejněny: v M. Ahmaruzzaman „A review on the utilization of flyash“, Progress in Energy and Combustion Science, díl 36, č. 3, červen 2010, str. 327–363, v Z.T. Yao, X.S. Ji, P.K. Sarker, J.H. Tang<sup>a</sup>, L.Q. Ge, M.S. Xia, Y.Q. Xi: “A comprehensive review on the applications of coal fly ash“, Earth–Science Reviews Volume 141, February 2015, Pages 105–121 a v R.S. Blissett<sup>a</sup>, N.A. Rowson : „A review of the multi–component utilisation of coal fly ash“, Fuel Volume 97, July 2012, Pages 1–23

45

50

55

Dalším produktem je fluidní popílek, který vzniká při fluidním spalování uhlí. V České republice a v některých dalších zemích je fluidní spalování uhlí kombinováno s odsiřováním kouřových plynů tím, že mleté uhlí je smíšeno s mletým vápencem. Částice fluidního popílku (podle ČSN 72 2080 „Fluidní popel a fluidní popílek pro stavební účely“) jsou tuhé zbytky fluidního spalování uhlí, směsi minerálního podílu uhlí a produktů odsiřování vzniklých reakcí sorbentu (např. vápence, dolomitu) s oxidem siřičitým (teplota jejich vzniku nepřesahuje 850 °C). Fluidní popílek (podle ČSN 72 2080) na rozdíl od úletového popílku obsahuje  $\text{CaSO}_4$ , a proto je pro jeho značení vhodnější termín sulfátovápenný popílek. Fluidní popílek je složen z chemicky heterogenní směsi. Tato směs obsahuje  $\text{CaSO}_4$  ve formě vysokoteplotního anhydritu  $\text{Al}_2$ ,  $\text{CaO}$  a částečně slinuté hlinitokřemičité částice vzniklé z nespalitelných částí uhlí, které se spalováním dehydratují resp. dekarbonizují a částečně se slinují. Při spalování nedochází k tvorbě skelné (kapalné) fáze jako u úletových křemičitých popílků. Dochází k přeměně na částečně slinuté produkty, které obsahují

Si, Al, Fe a další prvky. Podle složení uhlí může produkt obsahovat ještě řadu dalších minerálů jako je křemen a hematit. Ve fluidním sulfátovápenném popílku mohou být přítomny také produkty reakce CaO s nespalitelnými částmi uhlí, které obsahují Si, Al minerály. Pak může dojít k omezené tvorbě Ca křemičitanů, hlinitanů a ferritů. CaO má ve fluidních sulfátovápenných popílcích podobnou morfologii jako měkce vypálené vápno. Ve fluidních sulfátovápenných popílcích jsou také zbytky vrstevnatých struktur dehydratovaných a částečně slinutých jílových minerálů. Jejich morfologie a složení odpovídají metastabilnímu produktu při výpalu kaolinitu – metakaolitu.

Část sulfátovápenného fluidního popílku propadá na rošt spalovacího kotle, kde dochází k aglomeraci jeho částic a vytváří se hutnější produkt – lóžový popílek.

Fluidní popílek sulfátovápenný na rozdíl od křemičitého úletového popílku reaguje s vodou. Při hydrataci vzniká především jehlicovitý ettringit  $\text{Ca}_6\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(\text{OH})_{12} \cdot 26\text{H}_2\text{O}$ , sádrovec  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Po zatuhnutí směsi fluidního popílku s vodou se vytvoří materiál s měřitelnými pevnostmi (řádově v MPa). Materiál je však objemově nestálý v důsledku dalšího růstu krystalů ettringitu a dochází ke vzniku trhlin a k destrukci.

Pro úletový popílek existuje řada norem, které vymezují jeho složení. Jsou v nich vymezeny limity pro obsah  $\text{SiO}_2$ , obsah aktivního  $\text{SiO}_2$  (ČSN EN 197-1), obsah CaO (CSA A3001), obsah  $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$  (ASTM C 618). Všechny normy striktně vymezují obsah  $\text{SO}_3$  na max. hodnotu 3 až 5 %.

Fluidní (sulfátovápenný) popílek těmto normám nevyhovuje, a proto je dosud jeho využití pro výrobu betonu nepřípustné.

Použití fluidního popílku jako přísady do cementů, malt a betonů je spojeno s nebezpečím expanzních reakcí, snižování pevností a následnou destrukcí. Fluidní popílek se proto využívá jen z malé části a to především jako složka solidifikačních nebo zpevňujících vrstev. Většina fluidního popílku je deponována.

Výzkum možností přípravy materiálů z fluidního popílku je předmětem trvajících výzkumných prací, jak o tom svědčí údaje z literatury.

Z CZ 299 539 je známa směs pojiva a plniva pro výrobu pevných, ve vodě stálých a nehořlavých stavebních hmot a výrobků, která obsahuje lóžový popel z fluidního uhlí s přídavkem přírodního bentonitu, jehož převážnou složkou je montmorillonit, v hmotnostním poměru směsi v oblasti 9:1. Tato směs dále obsahuje plnivo, vybrané ze skupiny, zahrnující křemenný písek z plavení kaolínu, kamennou drť, vysokopecní strusku, ocelářskou strusku, jemný obrus slídy a přírodní lupek, přičemž měrný povrch částic této směsi bez alkalických složek je v rozsahu od 600 do 2000  $\text{m}^2\text{kg}^{-1}$ .

Ze spisu CN101643328 je známo složení směsi 15 až 50 % fluidního popílku z odsiřovacích procesů, 44 až 83 % slinku portlandského cementu a 2 až 6 % sádrovce.

Ze spisu CZ 2008–662 je známo pojivo, zejména cement, vyznačující se tím, že obsahuje vztaženo na hmotnost směsi až 99 % hmotn. cementářského slinku, od 0,5 do 99 % hmotn. fluidních popílků, až 99 % hmotn. křemičitých popílků a/nebo vápenatých popílků a/nebo ostatních složek vybraných ze skupiny zahrnující strusku, pucolány, tufy, křemelinu apod., přičemž zbytek tvoří nečistoty.

Dále je známa ze spisu číslo CZ 20 316 U1 suchá pojivová směs pro výrobu malt, obsahující cement a/nebo vápený hydrát, vyznačující se tím, že je tvořena až 75 % hmotn. fluidního popílku, přičemž zbytek do 100 % hmotn. tvoří cement nebo vápený hydrát anebo jejich vhodná

kombinace. Dále tato směs může obsahovat vláknitou výztuž v množství do 0,5 % hmotn. která má zamezit vzniku trhlin vlivem objemových změn (expanze).

Je známo z CZ 22 922 U1 hydraulické pojivo na bázi fluidních popílků vyznačující se tím, že obsahuje fluidní popílek a vápenný hydrát ve vzájemném hmotnostním poměru v rozmezí od 25 % popílku: 75 % vápenného hydrátu až 65 % popílku: 35 % vápenného hydrátu a má hydraulický modul v rozmezí  $M_H = 3,0$  až  $M_H = 1,0$ . Dále hydraulické pojivo s upřesněným poměrem popílku: vápennému hydrátu a upřesněným  $M_H$ . Toto pojivo vykazuje objemové změny (expanzi) v rozmezí +3 až 3,9 procent (uvedeno v příkladech).

Je známo tepelné hydrotermální zpracování fluidního popílku při teplotách vyšších než 100 °C, optimálně při 175 až 230 °C v autoklávu z prací „Cementitious Materials Based on Fluidized Bed Coal Combustion“ autorů Havlica J., Odler I., Brandštr J., Mikulíková R., Walther D. v *Advances Cem. Res.* 16 (2004), No. 2, s. 61 až 67 a „Durability of autoclaved aerated concrete produced from fluidized fly ash“ autorů Drábik M., Balkovic S., Peteja M. v *Cement-Wapno-Gips* str. 29 až 33, no. 7, 2011.

Dále znám z CZ 305 487 způsob zpracování energetických produktů – fluidního popílku z procesu fluidního spalování uhlí s mletým vápencem, kdy fluidní popílek obsahuje kromě hlinitokřemičité látky také nejméně 2 % hmotn. volného CaO a nejméně 2 % hmotn.  $\text{CaSO}_4$ . Připraví se směs fluidního popílku s vodou, obsahující plastifikátor, s výhodou na bázi karboxylátů či derivátů fosfonátů, pro zlepšení reologických vlastností v koncentraci 0,2 až 3 % hmotn., vztaženo na hmotnost fluidního popílku, a dále se přidá se 2 až 30 % hmotn., vztaženo na hmotnost fluidního popílku, vápenného hydrátu, kdy poměr voda/fluidní popílek je 0,5 až 1,5. Připravená směs se uloží 0,5 až 4 hod. při teplotě 15 až 25 °C a poté se ponechá 2 až 36 hodin v horké vodní páře při teplotě 40 až 95 °C, nebo se ponechá volnému tuhnutí při běžné teplotě.

#### Podstata vynálezu

Způsob přípravy bezslínkového hydraulického pojiva smíšením fluidního popílku ze spalování uhlí s mletým vápencem, který obsahuje kromě hlinitokřemičité látky také nejméně 2 % hmotn. volného CaO a nejméně 2 % hmotn.  $\text{CaSO}_4$ , nebo jeho směsí s látkami vybranými ze skupiny tvořené křemičitým úletovým popínkem a  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , se záměsovou vodou obsahující plastifikátor pro zlepšení reologických vlastností v koncentraci 0,2 až 3 % hmotn., vztaženo na hmotnost fluidního popílku spočívá podle vynálezu v tom, že se fluidní popílek ze spalování uhlí s mletým vápencem umele na měrný povrch 350 až 650  $\text{m}^2/\text{kg}$ .

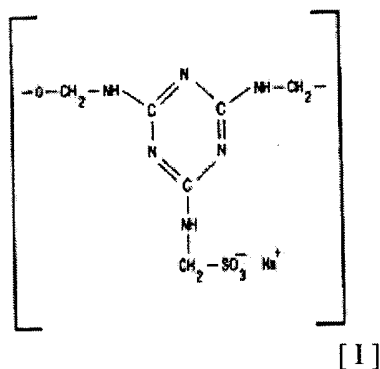
Záměsová voda se mísí s umletým fluidním popínkem nebo s jeho směsí v hmotnostním poměru 0,2 až 0,65.

K fluidnímu popínku lze před smícháním se záměsovou vodou přidat maximálně 20 % hmotn.  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , vztaženo na směs fluidního popílku a  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , nebo maximálně 50 % hmotn. křemičitého úletového popílku, vztaženo na hmotnost směsi fluidního popílku a křemičitého popílku.

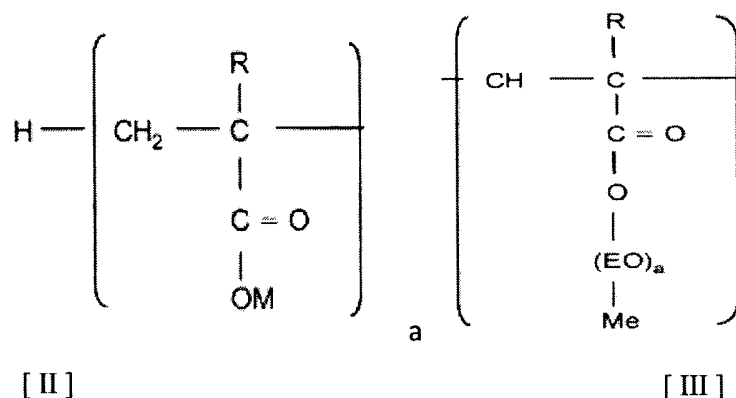
K fluidnímu popínku lze také před smícháním se záměsovou vodou přidat maximálně 70 % hmotn. křemičitého úletového popílku a  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , vztaženo na hmotnost směsi křemičitého úletového popílku a  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  a fluidního popílku.

Fluidní popílek se před smísením s  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  a/nebo křemičitým úletovým popínkem umele, nebo se umele společně s  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  a/nebo křemičitým úletovým popínkem.

Záměsová voda obsahuje plastifikátor, který je vybrán ze skupiny tvořené sulfonovanými polymery melaminu s formaldehydem, jehož základní jednotka má vzorec I,

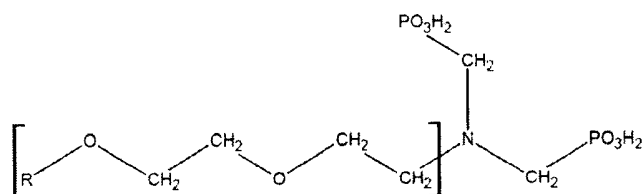


polymery polykarboxylátů, které obsahují základní jednotky, obecného vzorce II a III,



kde M = kov, Me = methylová skupina, EO = oxyethylenová skupina, R = methylová skupina nebo H, například polyethylen-glykol-monomethylether,

nebo polymery fosfonátů, kde základní jednotka je



například aminodifosfonát polyoxyethylenu.

Na základě rozsáhlých experimentů bylo zjištěno, že pojivo obsahující mletý fluidní popílek ze spalování uhlí s mletým vápencem dosahuje výrazně lepších vlastností než je známý stav zpracování fluidních popílků ze spalování uhlí s vápencem. Mletí fluidního popílku se projevuje ve zlepšení vlastností pojiva:

- Vodní součinitel (poměr vody k pojivu) nutný pro dosažení akceptabilní zpracovatelnosti kaší, malt i betonů je výrazně nižší než u směsí nemletého fluidního popílku. Snížení vodního součinitele a zvýšení reaktivity fluidního popílku mletím se projeví ve značném zvýšení pevnosti směsí po zatvrdnutí.
- Zkrátí se doba míchání kaší, malt i betonů v důsledku snížení nasákavosti mletého fluidního popílku. Doba míchání směsí s nemletým fluidním popínkem se pohybuje od 10 do 45 minut pro dosažení akceptovatelné konzistence. Dlouhá doba míchání směsí s nemletým fluidním

popílkem je dána tím, že část vody se nasákne do porézních částic fluidního popílku a je pro zpracovatelnost směsi „ztracena“.

- Směsi obsahující mletý fluidní popílek dosahují vysokých pevností i při tvrdnutí v oblasti teplot 15 až 25 °C a tím odpadá nutnost hydrotermálního procesu pro dosažení vyšších počátečních pevností.
- Mletím fluidního popílku se vytváří potenciální možnost zpracování samotného mletého fluidního popílku bez dalších minerálních přísad na rozdíl od dosud známého řešení podle CZ 305 487.

- Pro zpracování pojiva obsahující mletý fluidní popílek ze spalování uhlí s mletým vápencem je nutné použití plastifikátorů například derivátů sulfonovaného melaminu, polymerů polykarboxylátů, polymery fosfonátů.

- Pojivo lze po zpracování ponechat volnému tuhnutí při běžných teplotách nebo jej lze vystavit hydrotermálním podmínkám tvrdnutí např. 12 až 24 hod při 60 až 80 °C. Fluidní popílek ze spalování uhlí s mletým vápencem a křemičitý popílek je možné před přípravou pojiva mlet současně, případně i ve směsi s  $\text{Ca(OH)}_2$ . Pojivo lze použít ve formě kaší, malt i betonů.

#### 20 Objasnění výkresů

Obr. 1a znázorňuje rozdělení velikostí pórů ve fluidním popílkem ze spalování uhlí s mletým vápencem, 1... nemletý popílek, 2... mletý popílek. Hg porozimetrie

- Obr. 1b, c, d znázorňují částice nemletého a mletého fluidního popílku ze spalování uhlí s mletým vápencem na snímcích z elektronového mikroskopu.

- Obr. 2 znázorňuje závislost vodního součinitele, při kterém je dosaženo konzistence tekuté kaše na měrném povrchu mletého fluidního popílku.

- Obr. 3 znázorňuje závislost pevnosti v tlaku na způsobu uložení maltových těles připravených podle příkladu 3.

- Obr. 4 znázorňuje závislost pevnosti v tlaku na způsobu uložení maltových těles připravených podle příkladu 5.

- Obr. 5 znázorňuje závislost objemové změny na trámečcích o rozměrech 4x4x16 cm v časovém období 10 až 560 dnů a v závislosti na způsobu uložení trámečků připravených podle příkladu 7.

#### 40 Příklady uskutečnění vynálezu

##### 45 Příklad 1

- Fluidní popílek ze spalování uhlí s mletým vápencem byl mlet v mlýně s kulovou náplní na měrný povrch 530 m<sup>2</sup>/kg. Výsledky z vysokotlakové Hg porozimetrie ukazují, že částice těchto popílků jsou porézní a mají charakter shluků – obr. 1a. Mletím fluidních popílků ze spalování uhlí s mletým popílkem se shluky rozruší, a tím se distribuce velikostí pórů změní. Ze snímků z rastrovacího elektronového mikroskopu obr. 1b, c, d je zřejmá změna v charakteru fluidního popílku před a po mletí.

## Příklad 2

Fluidní popílek ze spalování uhlí s mletým vápencem byl mlet v mlýně s kulovou náplní po různé dobu. Mletý fluidní popílek byl zpracován na kaši se stejnými reologickými vlastnostmi (tekutou kaši). Jako přísada byl použit plastifikátor na bázi polykarboxylátů v koncentraci 2 % hmotn. popílku.

Obr. 2 znázorňuje závislost vodního součinitele, při kterém je dosaženo tekutosti kaše, na měrném povrchu mletého fluidního popílku ze spalování uhlí s mletým vápencem. Byl použit plastifikátor na bázi polykarboxylátů – 2 % hmotn. fluidního popílku.

Vliv mletí se projevuje rozrušením porézních částic fluidního popílku ze spalování uhlí s mletým vápencem a snížením nasákavosti částic popílku. S rostoucím měrným povrchem (dobou mletí) se paradoxně zlepšuje zpracovatelnost kaši mletého fluidního popílku ze spalování uhlí s mletým vápencem, snižuje se významně vodní součinitel, při kterém je dosaženo tekutosti kaše fluidního popílku ze spalování uhlí s mletým vápencem. Mletí fluidního popílku ze spalování uhlí s mletým vápencem umožňuje přípravu pojiva s nízkým vodním součinitelem a tedy s vyššími pevnostmi.

## Příklad 3

Z fluidního popílku ze spalování uhlí s mletým vápencem mletého na měrný povrch 620 m<sup>2</sup>/kg byla připravena malta s vodním součinitelem  $w=0,30$  tekuté konzistence, poměr fluidního popílku k písku plynulé granulometrie byl 1:2 hmotn. Jako přísada byl do záměsové vody přidán plastifikátor na bázi polykarboxylátů v koncentraci 2,5 % hmotn. popílku. Malty byly uloženy při 22 °C v prostředí s 95% r.h. po dobu 90 resp. 150 dnů a poté podrobeny zkoušce pevnosti. Část maltových těles byla uložena poté ve vodě. Pevnost vyjadřuje obr. 3.

## Příklad 4

Z mletého fluidního popílku ze spalování uhlí s mletým vápencem byly připraveny kaše se stejnou zpracovatelností (tekuté kaše). Kaše byly uloženy ve zkušebních formách po dobu 7 dní v atmosféře se 95% r.h. V tabulce 1 jsou uvedeny pevnosti v tlaku v závislosti na měrném povrchu mletého fluidního popílku.

Tab. 1

| Měrný povrch<br>m <sup>2</sup> /kg | Pevnost v tlaku po 7 dnech<br>(MPa) |
|------------------------------------|-------------------------------------|
| Nemletý fluidní popílek            | 2                                   |
| 370                                | 20                                  |
| 500                                | 40                                  |
| 540                                | 60                                  |

## Příklad 5

- Z fluidního popílku ze spalování uhlí s mletým vápencem mletého na měrný povrch  $583 \text{ m}^2/\text{kg}$  byla připravena směs, která obsahovala 45 % hmotn. mletého fluidního popílku + 45 % hmotn. křemičitého popílku + 10 % hmotn.  $\text{Ca(OH)}_2$ . K této směsi byl přidán v množství 2 % hmotn. plastifikátor na bázi polykarboxylátů, vztaženo na hmotnost směsi mletého fluidního popílku křemičitého popílku a  $\text{Ca(OH)}_2$ . Byly připraveny malty s vodním součinitelem 0,25 a 0,30. Pevnosti v tlaku v závislosti na čase, způsobu uložení jsou znázorněny na obr. 4.
- Příklady 3 až 5 ukazují, že pojivo podle vynálezu dosahuje vysokých krátkodobých i dlouhodobých pevností. Příklady 3 až 5 ukazují také stabilitu dlouhodobých pevností.

## Příklad 6

- Byly připraveny kaše o složení 80 % hmotn. mletého fluidního popílku ze spalování uhlí s mletým vápencem s měrným povrchem  $580 \text{ m}^2/\text{kg}$ , 10 % hmotn. křemičitého popílku a 10 % hmotn.  $\text{Ca(OH)}_2$  s vodním součinitelem 0,41 (jako přísada byl do záměsové vody přidán plastifikátor na bázi polykarboxylátů v množství 1,5 % hmotn., vztaženo na hmotnost směsi mletého fluidního popílku, křemičitého popílku a  $\text{Ca(OH)}_2$  při volném tuhnutí v laboratoři při  $20^\circ\text{C}$  po dobu 24 hodin. Poté byly kaše uloženy na vzduchu (čtvereček), ve vodě (trojúhelník) a v prostředí s 95 % relativní vlhkostí vzduchu (křížek). Po zatvrdnutí byly v časovém rozmezí měřeny objemové změny na trámečcích o rozměrech  $4 \times 4 \times 16 \text{ cm}$  v časovém období 10 až 560 dnů.
- Z těchto měření vyplývá, že pojivo podle vynálezu je dlouhodobě objemově stabilní, a to i při uložení ve vodě.

## Příklad 7

- Z mletého fluidního popílku ze spalování uhlí s mletým vápencem s měrným povrchem  $580 \text{ m}^2/\text{kg}$  s dalšími přísadami byly připraveny kaše s vodním součinitelem 0,30 až 0,32 se stejnou konsistencí. Jako přísada byl použit plastifikátor na bázi polykarboxylátů v koncentraci 1,5 % hmotn., vztaženo na hmotnost mletého fluidního popílku nebo směsi mletého fluidního popílku křemičitého popílku a  $\text{Ca(OH)}_2$ . Počátek tuhnutí směsí je uveden v tab. 2.

Tab. 2

| Složení                                                                                               | Počátek tuhnutí |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Mletý fluidní popílek, kaše $w = 0,30$                                                                | 5 min           |
| 95 % hmotn. mletý fluidní popílek + 5 % hmotn. $\text{Ca(OH)}_2$ , kaše $w = 0,30$                    | 15 min          |
| 35 % hmotn. mletý fluidní popílek + 50 % hmotn. křemičitý popílek + 15 % $\text{Ca(OH)}_2$ $w = 0,31$ | 90 min          |
| 85 % hmotn. mletý fluidní popílek + 15 % hmotn. $\text{Ca(OH)}_2$ $w = 0,3$                           | 50 min          |



## Příklad 8

5 Z mletého fluidního popílku ze spalování uhlí s mletým vápencem (měrný povrch  $520 \text{ m}^2/\text{kg}$ ) byla za přísady 1,2 % hmotn. sulfonovaného kondenzátu melaminu s formaldehydem, vztaženo na hmotnost popílku, byla připravena kaše  $w=0,35$ . Kaše měla tekutý charakter a počátek tuhnutí 30 minut.

## Příklad 9

10 Z mletého fluidního popílku ze spalování uhlí s mletým vápencem byla připravena kaše za přísady křemičitého popílku a  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . Složení směsi bylo: 45 % hmotn. fluidní popílek, 45 % hmotn. křemičitý popílek, 10 % hmotn.  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . Jako další přísada byl použit plastifikátor na bázi modifikovaných fosfonátů v koncentraci 2,5 % hmotn., vztaženo na hmotnost směsi mletého  
15 fluidního popílku, křemičitého popílku a  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . Plastifikátor byl přidán do záměsové vody. Vodní součinitel kaše byl 0,35, kdy kaše měla tekutý charakter.

Průmyslová využitelnost

20 Vynález je využitelný ve stavebnictví.

25

## PATENTOVÉ NÁROKY

30 1. Způsob přípravy bezslínkového hydraulického pojiva smísením fluidního popílku ze spalování uhlí s mletým vápencem, který obsahuje kromě hlinitokřemičité látky také nejméně 2 % hmotn. volného  $\text{CaO}$  a nejméně 2 % hmotn.  $\text{CaSO}_4$ , nebo jeho směsi s látkami vybranými ze skupiny tvořené křemičitým úletovým popínkem a  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , se záměsovou vodou obsahující plastifikátor pro zlepšení reologických vlastností v koncentraci 0,2 až 3 % hmotn., vztaženo na hmotnost  
35 fluidního popílku nebo jeho směsi, **v y z n a ě n ý t í m**, že fluidní popílek ze spalování uhlí s mletým vápencem se umele na měrný povrch  $350$  až  $650 \text{ m}^2/\text{kg}$ .

2. Způsob přípravy podle nároku 1, **v y z n a ě n ý t í m**, že se záměsová voda mísí s umletým fluidním popínkem nebo jeho směsí v hmotnostním poměru 0,2 až 0,65.

40 3. Způsob přípravy podle nároků 1 a 2, **v y z n a ě n ý t í m**, že se k fluidnímu popínku před smícháním se záměsovou vodou přidá maximálně 20 % hmotn.  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , vztaženo na směs fluidního popílku a  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .

45 4. Způsob přípravy podle nároků 1 a 2, **v y z n a ě n ý t í m**, že se k fluidnímu popínku před smícháním se záměsovou vodou přidá maximálně 50 % hmotn. křemičitého úletového popílku, vztaženo na hmotnost směsi fluidního popílku a křemičitého popílku.

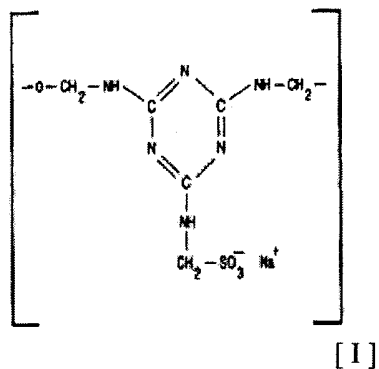
50 5. Způsob přípravy podle nároků 1 až 4, **v y z n a ě n ý t í m**, že se k fluidnímu popínku před smícháním se záměsovou vodou přidá maximálně 70 % hmotn. křemičitého úletového popílku a  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , vztaženo na hmotnost směsi křemičitého úletového popílku a  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  a fluidního popílku.

6. Způsob přípravy podle nároků 1 až 5, **v y z n a ě n ý t í m**, že se fluidní popílek před smísením s  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  a/nebo křemičitým úletovým popínkem umele.

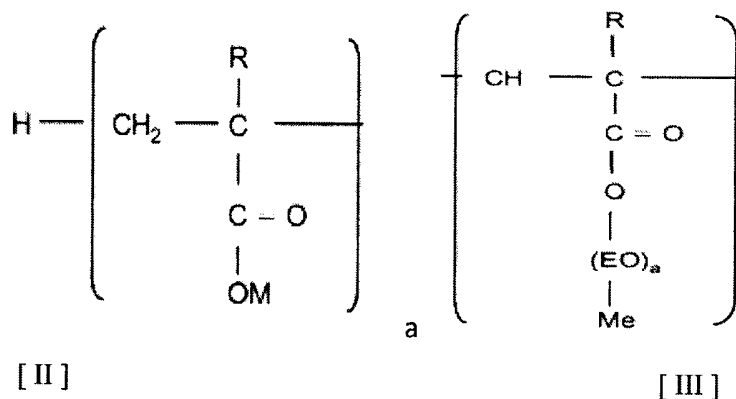
55

7. Způsob přípravy podle nároků 1 až 5, **v y z n a ě n ý t í m**, že se fluidní popílek umele společně s  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  a/nebo křemičitým úletovým popílkem.

8. Způsob přípravy podle nároků 1 až 7, **v y z n a ě n ý t í m**, že plastifikátor je vybrán ze skupiny tvořené sulfovanými polymery melaminu s formaldehydem, jehož základní jednotka má vzorec I,

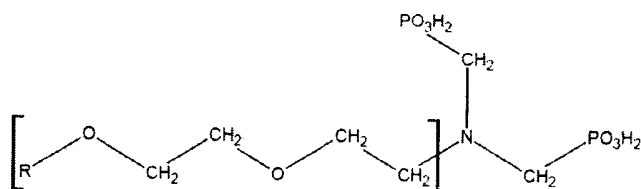


polymery polykarboxylátů, které obsahují základní jednotky, obecného vzorce II a III,

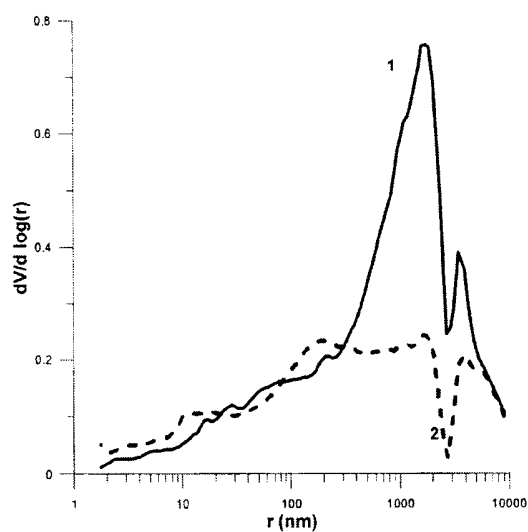


kde M = kov, Me = methylová skupina, EO = oxyethylenová skupina, R = methylová skupina nebo H,

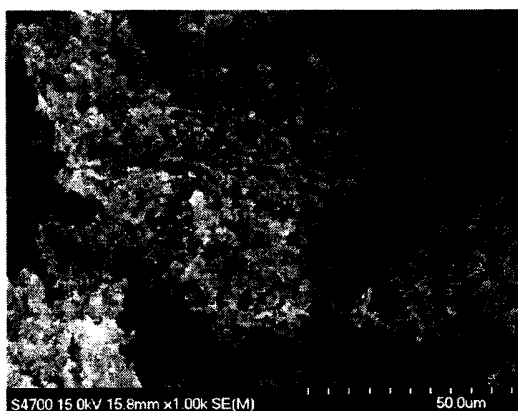
nebo polymery fosfonátů, kde základní jednotka je



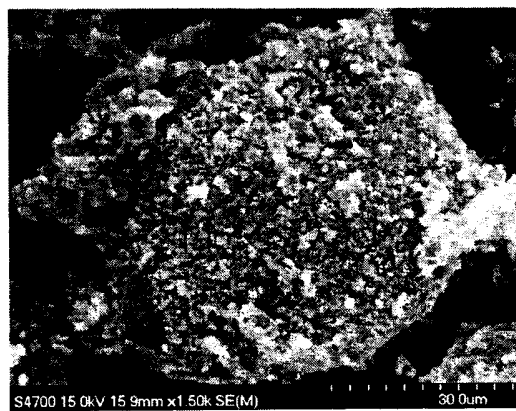
4 výkresy



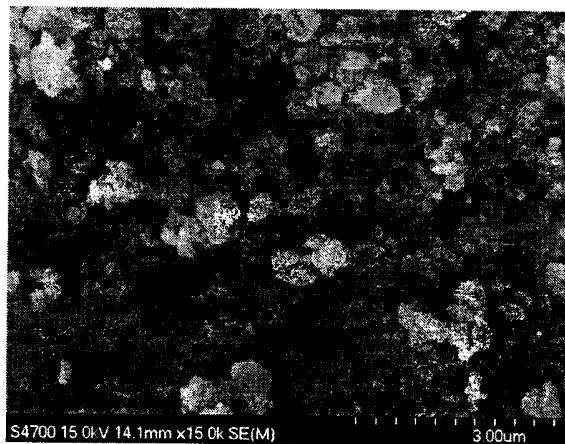
Obr. 1a. Rozdělení velikostí pórů ve fluidním popílku ze spalování uhlí s mletým vápencem, 1... nemletý popílek, 2... mletý popílek. Hg porozimetrie



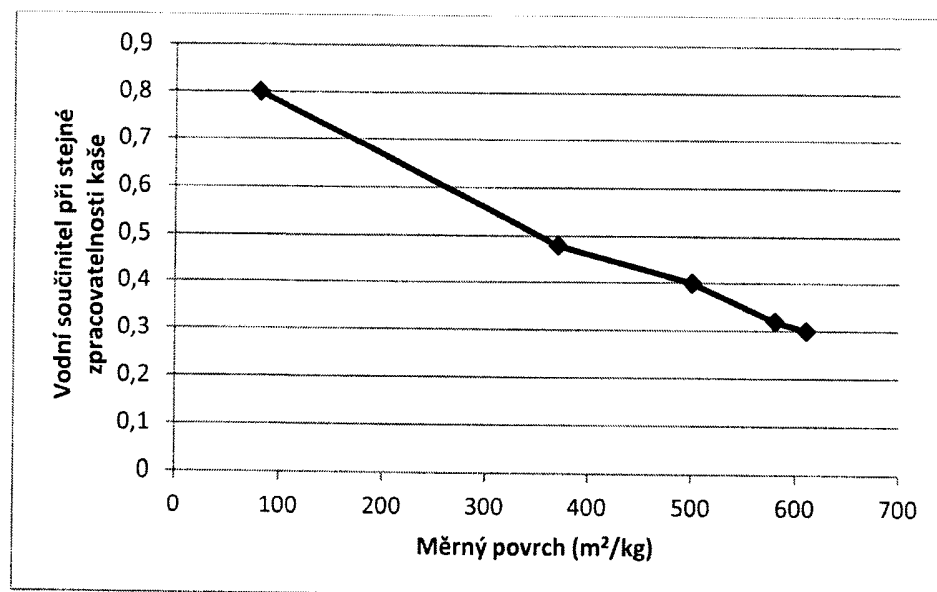
Obr. 1b. Částice nemletého fluidního popílku ze spalování uhlí s mletým vápencem



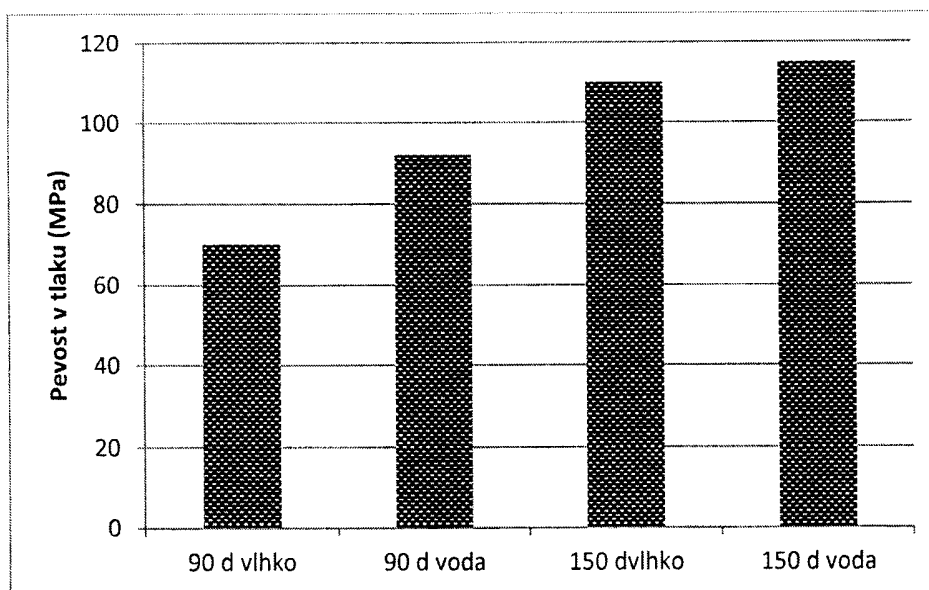
Obr. 1c. Částice nemletého fluidního popílku ze spalování uhlí s mletým vápencem



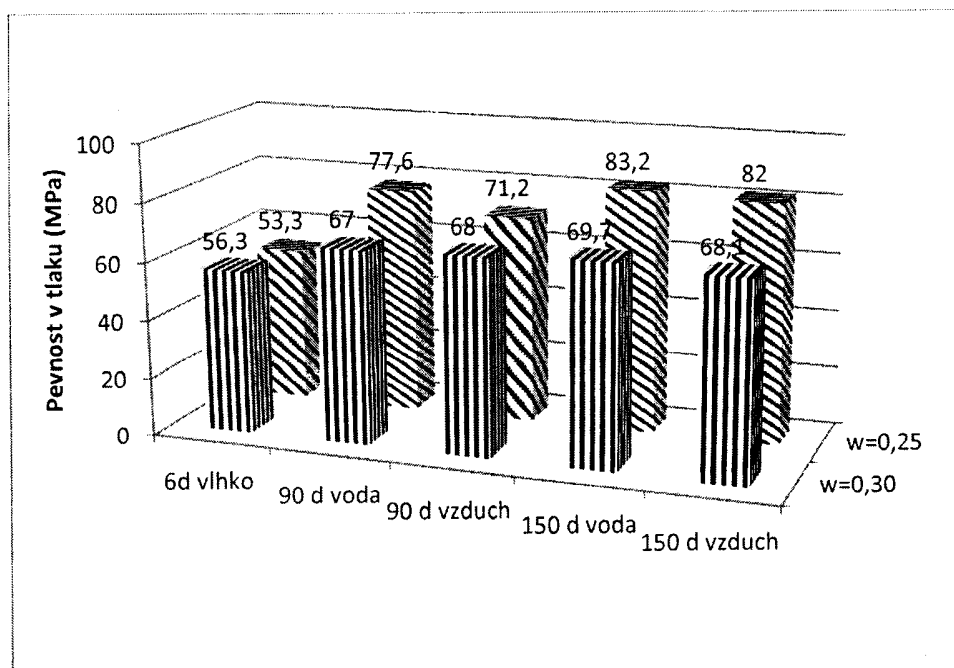
Obr. 1 d. Částice mletého fluidního popílku  
ze spalování uhlí s mletým vápencem



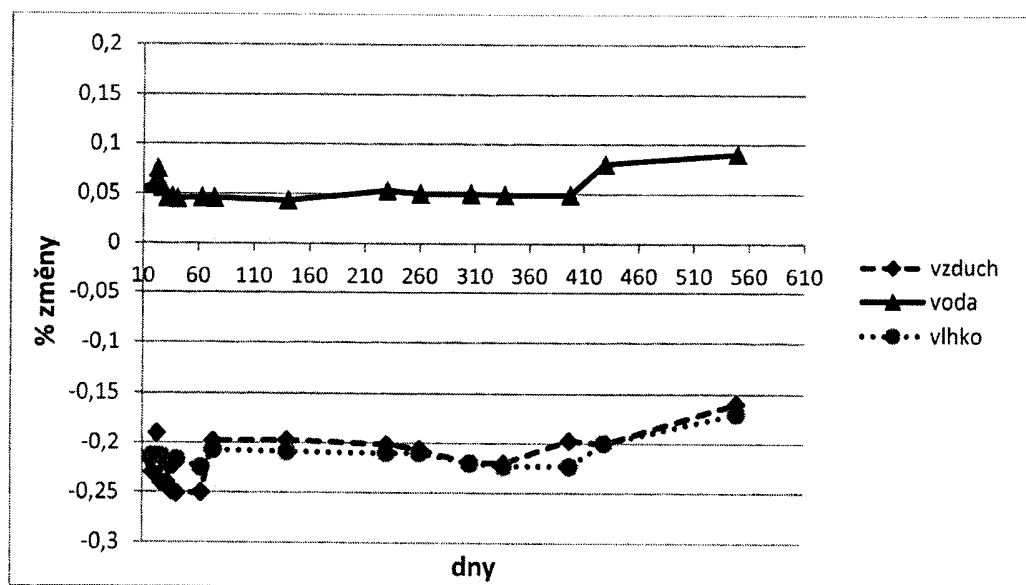
Obr. 2



Obr.3



Obr.4



Obr.5

Konec dokumentu