

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

36 093

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

C04B 28/04 (2006.01)

C04B 28/14 (2006.01)

C04B 18/14 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2022-39838**

(22) Přihlášeno: **29.04.2022**

(47) Zapsáno: **31.05.2022**

(73) Majitel:
Výzkumný ústav stavebních hmot, a.s., Brno,
Komárov, CZ

(72) Původce:
Mgr. Martin Boháč, Ph.D., Brno, Komín, CZ
RNDr. Theodor Staněk, Ph.D., Brno, Žabovřesky,
CZ

(54) Název užitého vzoru:
**Speciální pojivo na bázi nízkoenergetického
slínku a vysokopecní strusky**

Speciální pojivo na bázi nízkenergetického slínku a vysokopecní strusky

Oblast techniky

5

Technickým řešením je speciální pojivo na bázi nízkenergetického slínku portlandského cementu a vysokopecní strusky.

Dosavadní stav techniky

10

Současným trendem v cementářském průmyslu je zavedení nízkenergetických cementů. Tato stavební pojiva je možné připravit použitím nízkenergetického slínku. Dalšího snížení dopadu cementu na životní prostředí lze dosáhnout použitím doplňujících cementářských surovin (supplementary cementitious materials – SCMs) jako příměsí.

15

Nízkenergetický slínek aktivovaný SO_3 s dobrými parametry má srovnatelné dlouhodobé pevnosti a lepší trvanlivost je možné připravit při $1350\text{ }^\circ\text{C}$ což je o $100\text{ }^\circ\text{C}$ nižší teplota oproti běžnému výpalu. Jeho výpal je spojen s nižšími nároky na energii, nižšími emisemi CO_2 a nižší spotřebou čistého vápence. Slínek patří do kategorie reaktivních portlandských slínků bohatých na belit (C_2S). Slínek obsahuje stejné fáze jako běžný slínek portlandského cementu, ale belit je nejhojnější fází, na rozdíl od alitu (C_3S) v Portlandském cementu. Poměr belit/alit je v porovnání s portlandským cementem opačný.

20

Nevýhodou belitického slínku oproti běžnému slínku Portlandského cementu je horší melitelnost, která je způsobena vyššími obsahy belitu, který se oproti alitu hůře mele. Náklady spojené s delší dobou mletí lze kompenzovat použitím vhodných SCMs jako příměsí k cementu. Vysokopecní struska je tradiční zavedenou příměsí pro běžné cementy a lze použít i v případě cementu na bázi nízkenergetického belitického slínku aktivovaného SO_3 . Stejně jako v případě běžného portlandského cementu i v případě belitického cementu struska přispívá především k dlouhodobým pevnostem a trvanlivosti. Vysokopecní struska jako vedlejší průmyslový produkt přispívá ke snížení energetické náročnosti a ke snížení emisí CO_2 spojenými s výrobou pojiva.

30

Podstata technického řešení

35

Podstatou technického řešení je speciální pojivo na bázi nízkenergetického slínku portlandského cementu a vysokopecní strusky.

Pojivo obsahem 67,2 až 86,4 % hmotn. slínku, 2,8 až 3,6 % hmotn. sádrovce a 10 až 30 % hmotn. mleté granulované vysokopecní strusky.

40

Toto pojivo obsahuje slínek s 3,3 až 3,6 % hmotn. SO_3 a stupeň sycení vápnem podle Lea a Parkera je 82 až 88 %. Mineralogické složení slínku je 20 až 30 % hmotn. alitu, 50 až 60 % hmotn. belitu, 2 až 3 % hmotn. aluminátu a 10 až 15 % hmotn. feritu.

45

Požadovaných vlastností pojiva bylo dosaženo optimalizací chemického a fázového složení slínku, dávkováním sádrovce a sledování vlastností cementu s různými dávkami strusky. Pojivo je vhodné pro stavební materiály s aplikacemi, kde jsou zapotřebí dobré technologické vlastnosti a pomalý vývoj hydratačního tepla.

50

Použití pojiva je v souladu se současným trendem využívání vedlejších energetických produktů, snižování energetické náročnosti a emisí CO_2 do ovzduší a šetření primárních zdrojů surovin v cementářském průmyslu.

55

Příklady uskutečnění technického řešení

5 Bylo připraveno pojivo obsahující 67,2 % hmotn. slínku, 2,8 % hmotn. sádrovce a 30 % hmotn. mleté granulované vysokopeční strusky. Surovinová moučka slínku obsahuje běžné cementářské suroviny z lomu cementárny Mokrá (Tab. 1). Sádrovec ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) je v surovinové moučce v chemicky čisté formě. Chemické a fázové složení slínku je uvedeno v Tab. 2 a Tab. 3. Slínek byl připraven laboratorně v kanthalové peci při teplotě 1350 °C s dobou výdrže 2 hodiny s následným rychlým ochlazením na vzduchu.

10

Cementové pojivo je připraveno pomletím slínku na jemnost 400 $\text{cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ a přidavkem sádrovce a následným mícháním a homogenizací s mletou granulovanou vysokopeční struskou. Vlastnosti pojiva byly testovány podle ČSN EN 196-1 a ČSN EN 196-11 na vzorcích pasta a malt. Vývoj pevností cementových malt po 2, 7, 28 a 90 dnech a hydratační teplo pasty pojiva po 24 a 48 hodinách hydratace jsou uvedeny v Tab. 4.

15

Tab. 1 Surovinová moučka slínku

Surovina	Obsah hmotn. (%)
Vápenec (Korálový)	45,90
Vápenec (Tmavý)	26,92
Břidlice	20,01
Fe korekce	1,57
Sádrovec	5,60
Celkem	100

20 Tab. 2 Chemické složení slínku

Chemické složení (% hmotn.)	
SiO_2	22,98
CaO	61,45
Al_2O_3	4,92
Fe_2O_3	3,87
TiO_2	0,28
P_2O_5	0,06
Na_2O	0,26
K_2O	0,93
MgO	1,00
MnO	0,089
CaO-f	0,38
SO_3 total	3,67
Σ	99,89
LOD	0,05
LOI	0,26
Moduly slínku	
LSF	84,6
SR	2,61
AR	1,27
M.SO_3	3,26

*Moduly slínku: LSF - stupeň sycení CaO podle Lea and Parker, SR - silikátový modul, AR - aluminátový modul, M.SO_3 - síranový modul

25

Tab. 3 Fázové složení slínku

Fázové složení (RTG difrakce)	
β -C ₂ S	56,6
C ₃ S (M ₁)	24,6
C ₃ S (M ₃)	1,6
C ₄ AF	12,9
C ₃ A cubic	2,3
Ca–langbeinite	1,7
Anhydrite	0,1
Periclase	0,2
Σ	100

5 Tab. 4 Vybrané vlastnosti pojiva

Stanovení pevnosti cementové malty ČSN EN 196-1 (MPa)	
Pevnost v tlaku po 2 dnech	11,11
Pevnost v tlaku po 7 dnech	26,59
Pevnost v tlaku po 28 dnech	43,68
Pevnost v tlaku po 90 dnech	67,18
Pevnost v tahu za ohybu po 2 dnech	2,47
Pevnost v tahu za ohybu po 7 dnech	6,30
Pevnost v tahu za ohybu po 28 dnech	10,12
Pevnost v tahu za ohybu po 90 dnech	11,84
Stanovení hydratačního tepla Izotermní kalorimetrická metoda ČSN EN 196-11 (J/g)	
Hydratační teplo 24 h (J/g)	90
Hydratační teplo 48 h (J/g)	129

NÁROKY NA OCHRANU

- 5 1. Speciální pojivo na bázi nízkenergetického slínku a vysokopecní strusky, **vyznačující se tím**, že obsahuje 67,2 až 86,4 % hmotn. nízkenergetického slínku, 2,8 až 3,6 % hmotn. sádrovce a 10 až 30 % hmotn. mleté granulované vysokopecní strusky.
2. Speciální pojivo na bázi nízkenergetického slínku a vysokopecní strusky podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že nízkenergetický slínek obsahuje 3,4 až 3,8 % hmotn. SO_3 a stupeň sycení vápnem dle Lea a Parkera 82 až 88 %.
- 10 3. Speciální nízkenergetické pojivo s vysokou odolností v agresivním prostředí podle nároků 1 a 2, **vyznačující se tím**, že nízkenergetický slínek má následující mineralogické složení: 20 až 30 % hmotn. alitu, 50 až 60 % hmotn. belitu, 2 až 3 % hmotn. aluminátu a 10 až 15 % hmotn. feritu.