

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

36 092

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

C04B 28/04 (2006.01)
C04B 28/14 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2022-39829**
(22) Přihlášeno: **26.04.2022**
(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 nízkoenergetické pojivo s vysokou
odolností v agresivním prostředí**

Speciální nízkenergetické pojivo s vysokou odolností v agresivním prostředí

Oblast techniky

Technickým řešením je speciální pojivo na bázi nízkenergetického belitického portlandského cementu. Pojivo je určeno pro malty a betony s pomalým vývojem tepla a s nároky na vysokou odolnost v agresivním prostředí.

Dosavadní stav techniky

Jedním ze současných trendů v cementářském průmyslu je zavedení nízkenergetických cementů. Tato stavební pojiva se připravují mletím nízkenergetického slínku a sádrovce.

Ve srovnání se slínkem běžného Portlandského cementu znamená zavedení slínku aktivovaného kombinací SO_3 a Cu snížení provozní teploty pece o $150\text{ }^\circ\text{C}$, snížení emisí CO_2 o několik procent a snížení spotřeby čistého vápence. Pojivo obsahující nízkenergetický slínek s definovanými obsahy SO_3 a Cu má srovnatelné dlouhodobé pevnosti a lepší trvanlivost. 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. Slínek dopovaný SO_3 je dále modifikován Cu, který působí jako tavidlo a mineralizátor v procesu slinování. Tavidla snižují teplotu tvorby taveniny a podporují slinovací reakce zvýšením obsahu taveniny.

Suroviny jako minerální příměsi a průmyslové vedlejší produkty a palivo jsou primárním zdrojem minoritních a stopových prvků ve slínku. Cu pochází z odpadů vznikajících převážně ze železné rudy a popílku. Cu převážně vstupuje do feritové fáze (C_4AF) následované alitem (C_3S), aluminátem (C_3A) a belitem (C_2S). Prahová mez Cu ve slínku je ovlivněna rychlostí chlazení. Rozpuštěné soli mědi zpomalují hydrataci cementu. Toto zpoždění bylo vysvětleno tvorbou $\text{Cu}(\text{OH})_2$, která pokrývá křemičitany vápenaté během počáteční hydratace. V důsledku toho jsou počáteční pevnosti a vývoj tepla výrazně nižší, ale po 28 dnech se rozdíl snižuje.

Podstata technického řešení

Podstatou technického řešení je speciální nízkenergetické pojivo s vysokou odolností v agresivním prostředí s obsahem 98,5 až 99,5 % hmotn. slínku a 0,5 až 1,5 % hmotn. sádrovce. Toto pojivo obsahuje slínek s 3,3 až 3,6 % hmotn. SO_3 a 0,5 až 1,5 % hmotn. CuO. Mineralogické složení hlavních fází slínku je 28 až 33 % hmotn. alitu, 50 až 55 % hmotn. belitu, 2 až 3 % hmotn. aluminátu a 10 až 15 % hmotn. feritu.

Požadovaných vlastností pojiva bylo dosaženo optimalizací chemického a fázového složení slínku, dávkováním sádrovce a sledování vlastností slínku a cementu z něho připraveného.

Pojivo je vhodné pro stavební materiály s aplikacemi, kde je zapotřebí pomalého vývoje hydratačního tepla a odolnosti v agresivním prostředí.

Použití pojiva je v souladu se současným trendem snižování energetické náročnosti a emisí CO_2 do ovzduší a šetření primárních zdrojů surovin v cementářském průmyslu. Pojivo umožňuje zrychlení výrobního procesu a snížení celkových nákladů.

Příklady uskutečnění technického řešení

Bylo připraveno pojivo obsahující 99 % hmotn. slínku a 1 % hmotn. sádrovec. Surovinová moučka slínku obsahuje běžné cementářské suroviny z lomu cementárny Mokrá (Tab. 1). Sádrovec (CaSO₄·2H₂O) a CuO jsou 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.

Cementové pojivo bylo připraveno mletím slínku v laboratorním kulovém mlýnu na jemnost 400 cm².g⁻¹. Chemicky čistý CaSO₄·2H₂O byl přidán do cementu v množství 1 % hmotn. Technologické vlastnosti a trvanlivost malt s obsahem pojiva jsou uvedeny v Tab. 4.

Tab. 1 - Surovinová moučka slínku

surovina	Obsah (% hmotn.)
Vápenec (Korálový)	45,60
Vápenec (Tmavý)	26,75
Břidlice	19,88
Fe korekce	1,56
Sádrovec	5,56
CuO	0,65
Celkem	100

Tab. 2 - Chemické složení slínku

Chemické složení (% hmotn.)	
SiO ₂	22,92
CaO	61,28
Al ₂ O ₃	4,93
Fe ₂ O ₃	3,76
TiO ₂	0,28
P ₂ O ₅	0,07
Na ₂ O	0,26
K ₂ O	0,95
MgO	0,98
MnO	0,087
CaO-f	0,39
CuO	0,90
SO ₃ total	3,44
Σ	100,247
LOD	0,04
LOI	0,14
Moduly slínku	
LSF	84,6
SR	2,64
AR	1,31
M.SO ₃	3,01

*Moduly slínku: LSF – stupeň sycení CaO podle Lea and Parker, SR – silikátový modul, AR – aluminátový modul, M.SO₃ – síranový modul

Tab. 3 - Fázové složení slínku

Fázové složení (RTG difrakce)	
β -C ₂ S	50,1
C ₃ S (M ₁)	29,0
C ₃ S (M ₃)	3,7
C ₄ AF	13,9
C ₃ A cubic	0,7
Ca–langbeinite	2,1
Anhydrite	0,1
Periclase	0,4
Σ	100

Tab. 4 - Vybrané vlastnosti pojiva

5

Technologické parametry (pasty, maltý ČSN EN 196)	
Pevnost v tlaku po 28 dnech (MPa)	57,2
Pevnost v tlaku po 90 dnech (MPa)	59,1
Normální konzistence (%)	28,3
Hydratační teplo 24h – (J/g)	86
Hydratační teplo 48h – (J/g)	173
Zkoušky trvanlivosti malt	
Odolnost vůči síranům /ASTM C1012-04 (délková změna %)	0,045
Součin mrazuvzdornosti (100 cyklů)	ano

NÁROKY NA OCHRANU

1. Speciální nízkenergetické pojivo s vysokou odolností v agresivním prostředí, **vyznačující se tím**, že obsahuje z 98,5 až 99,5 % hmotn. slínku a 0,5 až 1,5 % hmotn. sádrovce.

5 2. Speciální nízkenergetické pojivo s vysokou odolností v agresivním prostředí podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že slínek obsahuje 3,3 až 3,6 % hmotn. SO_3 a 0,5 až 1,5 % hmotn. CuO .

3. Speciální nízkenergetické pojivo s vysokou odolností v agresivním prostředí podle nároků 1 a 2, **vyznačující se tím**, že slínek má následující mineralogické složení hlavních fází: 28 až 33 % hmotn. alitu, 50 až 55 % hmotn. belitu, 2 až 3 % hmotn. aluminátu a 10 až 15 % hmotn. feritu.

10