

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

37 421

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

C04B 7/04 (2006.01)
C04B 18/08 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2023-41377**
(22) Přihlášeno: **13.10.2023**
(47) Zapsáno: **26.10.2023**

- (73) Majitel:
Výzkumný ústav stavebních hmot, a.s., Brno,
Komárov, CZ
Centrum dopravního výzkumu, v. v. i., Brno, Líšeň,
CZ
- (72) Původce:
RNDr. Theodor Staněk, Ph.D., Brno, Žabovřesky,
CZ
Ing. Anežka Zezulová, Ph.D., Brno, Bohunice, CZ
Ing. Alexandra Rybová, 905 01 Senica, SK
Ing. Jiří Grošek, Ph.D., Prostějov, CZ
Ing. Zdeněk Nevosád, CSc., Brno, Židenice, CZ
Ing. Božena Dohnálková, Ph.D., Žatčany, CZ
- (74) Zástupce:
Výzkumný ústav stavebních hmot, a.s.,
Hněvkovského 65/30, 617 00 Brno, Komárov

- (54) Název užitého vzoru:
Cement pro dopravní stavitelství

Cement pro dopravní stavitelství

Oblast techniky

5

Technickým řešením je směsný cement na bázi nízkenergetického portlandského slínku s vysokým obsahem belitu a popílku.

10

Dosavadní stav techniky

Současným hlavním trendem v cementářském průmyslu je snižování energetické náročnosti a snižování emisí CO₂ při výrobě hlavního meziproduktu – portlandského slínku. V oblasti silničního stavitelství je stále více diskutovanou problematikou snížená životnost betonových konstrukcí nebo dílčích prvků napříč dopravními stavbami (silnice, mosty, tunely).

15

Silniční cementy jsou speciální cementy s vysokým obsahem alitu, které mají malou smrštitelnost, větší modul pružnosti, velkou odolnost proti střídavým vlivům povětrnosti a proti otěru. Počátek tuhnutí u silničního portlandského cementu je min 1,5 hodiny a u silničního portlandského struskového cementu min 2 hodiny. Tuhnutí musí být ukončeno u obou do 12 hodin.

20

Protože silniční cementy nutně nevyžadují rychlý počáteční nárůst pevností, je možná orientace k cementu s vysokým obsahem belitu, který navíc vykazuje zvýšenou trvanlivost oproti běžnému cementu s převahou alitu a při jeho výrobě by došlo i ke snížení emisí CO₂ jak procesních z rozkladu uhličitánu vápenatého, tak palivových snížením teploty výpalu o 100 °C na teplotu 1350 °C. Celkově by při přechodu na výrobu tohoto slínku došlo ke snížení emisí CO₂ o cca 4 %.

25

Další snížení uhlíkové stopy spočívá v náhradě části slínku vysokoteplotním popílkem, který vykazuje pucolánovou aktivitu a zlepšuje reologické vlastnosti cementu a jeho objemovou stálost.

30

Technické řešení si klade za úkol navrhnout cement s nižší uhlíkovou stopou, který zaručí zvýšení životnosti dopravních staveb.

35

Podstata technického řešení

Uvedený úkol řeší směsné cementové pojivo na bázi nízkenergetického portlandského slínku s vysokým obsahem belitu, jehož podstata spočívá v tom, že je tvořen 80,0 až 91,5 % hmotn. nízkenergetického slínku, 3,5 až 5,0 % hmotn. sádrovce a 5 až 15 % hmotn. vysokoteplotního křemičitého popílku.

40

Hlavními složkami nízkenergetického portlandského slínku jsou:

C₂S = belit = dicalciumsilikát;

C₃S = alit = tricalciumsilikát;

45

C₄AF = tetracalciumaluminátferit;

C₃A = tricalciumaluminát; a

C_{vol} = volné vápno.

Uvedené symboly znamenají následující: C = CaO; S = SiO₂; A = Al₂O₃; a F = Fe₂O₃.

50

Vhodný nízkenergetický slínek obsahuje 40 až 60 % hmotn. belitu, 20 až 40 % hmotn. alitu a zbytek tvoří C₄AF, C₃A a volné vápno.

Požadovaných vlastností cementu bylo dosaženo optimalizací fázového složení slínku, jemnosti mletí cementu a sledováním vlastností připraveného cementu.

55

Tento cement je vhodný pro aplikace s nízkým vývojem hydratačního tepla a počátečních pevností, ale s postupným nárůstem dlouhodobých pevností a zvýšené trvanlivosti.

5

Příklady uskutečnění technického řešení

- Slínek pro přípravu cementu byl vypálen ze surovinové moučky z běžných cementářských surovin při teplotě 1350 °C v laboratorní superkantalové peci. Fázové složení slínku stanovené mikroskopickou bodovou integrací je uvedeno v tabulce 1.

10

Tabulka 1 - Kvantitativní fázové složení slínku stanovené mikroskopicky v % hmotn.

Fáze	S B-SC
C ₃ S	28,7
C ₂ S	52,6
C ₃ A	6,5
C ₄ AF	11,9
C _{vol}	0,3

- Slínek s označením S B-SC byl pomlet s přídavkem sádrovce 5 % hmotn. na cement s měrným povrchem 310 m²/kg. Následně byly homogenizací připraveny cementy s přídavkem 5 %, 10 % a 15 % hmotn. vysokoteplotního křemičitého popílku s označením V. Parametry základního cementu CEM B-SC jsou uvedeny v tabulce 2 a skladba směsných cementů s popínkem v tabulce 3. Cement byl testován podle norem řady ČSN EN 196.

20

Tabulka 2 - Přehled a charakteristika základního cementu

Fáze, parametr	CEM B-SC
C ₃ S	28,7 % hmotn.
C ₂ S	52,6 % hmotn.
C ₃ A	6,5 % hmotn.
C ₄ AF	11,9 % hmotn.
C _{vol}	0,3 % hmotn.
Teplota výpalu	1350 °C
Přídavek sádrovce	5 % hmotn.
Měrný povrch (m ² /kg)	310
Pevnost 2 dny (MPa)	10,9
Pevnost 28 dní (MPa)	52,0
Pevnost 90 dní (MPa)	66,0
Počátek tuhnutí (min)	240
Doba tuhnutí (min)	380
Objemová stálost (mm)	0,0
Hydratační teplo 7 dní (J/g)	251

Tabulka 3 - Skladba cementů s přidavkem popílku v % hmotn. a jejich hydratační teplo po 7 dnech v J/g

Cement	CEM B-SC	CEM B-SC V5	CEM B-SC V10	CEM B-SC V15
CEM B-SC	100	95	90	85
Vysokoteplotní křemičitý popílek	-	5	10	15
Hydratační teplo 7 dní	251	245	226	221

- 5 Pro vyhodnocení objemové stálosti a trvanlivosti z hlediska použití pro dopravní stavitelství byla použita certifikovaná metodika „Metodika pro zkoušení objemové stálosti hydraulických pojiv“, kterou certifikoval Výzkumný ústav pozemních staveb – Certifikační společnost, s.r.o. Číslo certifikátu ověřené metodiky je CM – 23 – 006. V tab. 4 jsou spolu s těmito výsledky uvedeny i výsledky stanovení rozlivu pro různé množství záměsové vody.

10

Tabulka 4 - Výsledky rozlivu v mm cementů s různým vodním součinitelem w

W	0,42	0,50	0,58	Vyhodnocení objemové stálosti podle CM – 23 – 006
CEM B-SC	14,75	19,50	23,00	vyhovující
CEM B-SC V 5	14,50	19,75	22,25	vyhovující
CEM B-SC V 10	14,75	19,00	21,75	vyhovující
CEM B-SC V 15	13,75	19,25	21,50	vyhovující

NÁROKY NA OCHRANU

5 1. Cement pro dopravní stavitelství na bázi nízkenergetického slínku s vysokým obsahem belitu a vysokoteplotního křemičitého popílku, **vyznačující se tím**, že je tvořen 80,0 až 91,5 % hmotn. nízkenergetického slínku; 3,5 až 5,0 % hmotn. sádrovce; a 5 až 15 % hmotn. vysokoteplotního křemičitého popílku.

10 2. Cement pro dopravní stavitelství na bázi nízkenergetického slínku s vysokým obsahem belitu a vysokoteplotního křemičitého popílku podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že nízkenergetický slínek obsahuje 40 až 60 % hmotn. belitu; 20 až 40 % hmotn. alitu; a zbytek tvoří C_4AF , C_3A a volné vápno.