



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

202 771

(11)

(B1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 18 08 78
(21) PV 5407-78

(51) Int. Cl.³ C 04 B 15/00

(40) Zveřejněno 30 05 80
(45) Vydáno 01 06 83

(75)

Autor vynálezu

BAŽANTOVÁ ZDENA ing. arch.

NOVOTNÝ JAROSLAV doc. ing. CSc.

KOLÁŘ KAREL ing.

WEISS VLADIMÍR ing. CSc., PRAHA

NOVÁK JAROSLAV doc. ing. CSc.

(54)

Způsob přípravy směsí z jemných cementů

1

Vynález se týká způsobu přípravy směsí z jemně mletých cementů o měrném povrchu větším než $0,5 \text{ m}^2/\text{g}$ podle Blainea, zejména cementů umletých z portlandského slínku bez přísady sádrovce a výhodně za použití povrchově aktivních přísad.

Dosud se ve stavební výrobě většinou používají obyčejné portlandské nebo směsné cementy o měrném povrchu okolo $0,3 \text{ m}^2/\text{g}$ podle Blainea, které jsou bez obtíží zpracovatelné jen s přebytkem vody a umožňují hydrataci cementu, to je využití jeho vazebné energie, jen asi z jedné poloviny. Při snížených vodních součinitelích se během míchání mokré směsi tvoří shluky, jejichž účinkem se požadované vlastnosti směsi zhoršují, neboť se tak snižuje efektivní jemnost cementu. Z časopisu Betonsteinzeitung 1967, č. 4, s. 186 - 191 (Ries) je známo, že při prodlouženém míchání betonové směsi v obyčejných míchačkách se dosáhne jen nepatrného zlepšení výsledných vlastností; podobný malý účinek má i zvýšení otáček v těchto míchačkách. Podstatnějšího zlepšení lze dosáhnout jen užitím rychloběžných míchaček s obvodovými rychlostmi 5 až 20 m/s., které při domílání za mokra způsobují otěr hydratující gelové vrstvy na povrchu cementových zrn a takto jemnost cementu zvyšují, což se projeví zejména ve zvýšení pevnosti směsi po jejím zatvrdnutí. Tento způsob zpracování obyčejných cementů při snížených vodních součinitelích je však technicky velmi náročný a je použitelný jen ve speciálních případech, zejména pro přípravu tak zvaných koloidních nebo aktivovaných kaší a malt, tak jak je popsáno v knihách Ing. Z. Bruthause

202 771

"Injekčná malta pre predpätý beton, TE PS Blava 1978 a Dezintegračné miešanie v stavebníctve", Sb. mletí v silik. prům., Dům techniky Brno 1973. I zde jde o domílání běžných cementů za mokra při rychloběžném míchání směsí, čímž se pevnostní i další fyzikální charakteristiky těchto směsí po zatvrdnutí zlepšují. Zde se používá pro přípravu aktivované kaše rychloběžným domíláním za mokra též cementu, jehož měrný povrch byl předtím zvýšen domíláním za sucha na vibračním mlýně z hodnoty asi $0,3 \text{ m}^2/\text{g}$ na přibližně $0,48 \text{ m}^2/\text{g}$. Tento cement však pro dosažení stejné tekutosti kaše zhotovené rychloběžným domíláním za mokra vyžadoval zvýšení vodního součinitele o hodnotu 0,055.

Jinou cestou, jak zvýšit využití vazebného potenciálu cementu umožněním úplnější hydratace cementových zrn, je příprava velmi jemně umletých cementů, která se daří zejména při mletí portlandského slínku bez přísady sádrovce za použití povrchově aktivních přísad a kdy se běžně dosahuje měrných povrchů vyšších nebo i značně vyšších než $0,5 \text{ m}^2/\text{g}$. Tyto cementy umožňují při patřičně snížených vodních součinitelích oproti hodnotám obvyklým při použití obyčejných portlandských cementů o měrném povrchu okolo $0,3 \text{ m}^2/\text{g}$ dosáhnout na kaších, maltách i betonech značně vyšších pevností, modulů pružnosti i lepších dalších užitných vlastností, neboť za těchto podmínek dochází k úplnější hydrataci cementových zrn a vzniká hutnější cementový kámen. Dosud však byly tyto jemné cementy za normálního atmosférického tlaku při snížených vodních součinitelích buď vůbec nezpracovatelné, nebo zpracovatelné jen nedokonale, protože po přidání vody do směsi zpráškovávají v důsledku příliš rychlé hydratace jednotlivých jemných zrn cementu na jejich povrchu při počátečním relativním nedostatku vody. Z jemných cementů uvedeného typu se zatím podařilo umíchat směsi při snížených vodních součinitelích pouze za vakua v laboratorní míchačce, jak je známo z patentu USA č. 3 689 294; to je však způsob velmi nákladný a pro přípravu větších množství směsí i technicky obtížný. Jemné cementy lze sice rozmíchávat při obvyklých nebo v případě veliké jemnosti při zvýšených vodních součinitelích, avšak potom se výhodné pevnosti, zejména vysoké počáteční pevnosti, a výhodné další technické vlastnosti kaší, malt i betonů z těchto cementů připravených ztrácejí nebo dokonce mohou být horší než u směsí z obyčejných portlandských cementů běžnými způsoby zpracovávaných.

Uvedená zásadní nevýhoda je odstraněna podle vynálezu způsobem přípravy směsí z jemně mletých cementů o měrném povrchu větším než $0,5 \text{ m}^2/\text{g}$ podle Blainea při smíšených vodních součinitelích za normálního atmosférického tlaku.

Jeho podstata spočívá v tom, že se rozmíchání směsí, obsahující vodu, provádí obvodovou rychlostí nejvýše 5 m/sec . a že se v této fázi míchání dodá do 1 kg směsí mechanická energie vyšší než $3\,000 \text{ J/kg}$, s výhodou $4\,000$ až $8\,000 \text{ J/kg}$, při výkonu minimálně 20 W/kg , s výhodou 30 až 60 W/kg , přičemž hodnoty energie a výkonu se upravují přímo úměrně doplňku poloviny tangenciální složky vnitřního tření umíchané směsi.

Tuto závislost je možno vyjádřit vzorcem

$$E = 3000 l - \frac{1}{2} \operatorname{tg}^2 (45^\circ - \frac{\varphi}{2}) ,$$

kde energie E je udávána v základních jednotkách SI a je vztažena na hmotnost 1 kg směsi a φ značí úhel vnitřního tření čerstvé směsi po jejím umíchání.

Příčinou obtížnějšího rozmíchávání směsí z velmi jemných cementů je hlavně působení molekulárních a elektrostatických sil mezi částicemi cementu ve vodní suspenzi. Tyto síly jsou celkově při obvyklých měrných površích cementů okolo $0,3 \text{ m}^2/\text{g}$ relativně malé, avšak při rostoucích měrných površích nad hodnotu $0,5 \text{ m}^2/\text{g}$ podstatně stoupají a je nutno je překonat dodáním zvýšené mechanické energie při míchání směsi. Přitom toto míchání mokré směsi nesmí být rychloběžné, aby zvýšením teploty při míchání nedošlo k předčasnému tuhnutí a tvrdnutí směsi jejím dalším samozahříváním v důsledku vývinu hydratačního tepla po překročení určité prahové teploty, což je vlastností těchto velmi jemných cementů. Při intenzivním rozmíchávání směsí z jemných cementů, jak je popsáno ve vynálezu, za přítomnosti omezeného množství vody se napomůže rozpouštění, přesněji řečeno dispergování, cementu ihned po jeho smočení. Tím se zamezí překotné hydrataci na povrchu zrn cementu a hydratace potom probíhá ve směsi vcelku rovnoměrně. Dalším příznivým důsledkem způsobu podle vynálezu je podstatné zlepšení tekutosti i plastičnosti směsí a prodloužení doby zpracovatelnosti směsí bez negativních účinků na rychlost následujícího tuhnutí a tvrdnutí směsí; kladný účinek plastifikačních přísad, které pro úpravu reologických vlastností těchto směsí bývá zpravidla nutno použít, se takto zesílí.

Účinek popsaného intenzivního zpracování směsí z velmi jemných cementů byl nejprve prokázán laboratorně. Cement o měrném povrchu $0,9 \text{ m}^2/\text{g}$ podle Blainea, umletý s 2 % hmotnostními lignosulfonatu sodného bez přísady sádrovce, se při vodním součiniteli 0,25 nepodařilo mícháním v kotlíku pomocí tyčky ztekutit ani po 5ti minutách míchání; cement byl po této době jen slabě zavlhlý a krychle o hraně 20 mm zhotovené z uvedené směsi na vibračním stolku vykazaly po 1 dnu tvrdnutí při relativní vlhkosti vzduchu 90 % pevnost v tlaku 2 MPa a po 28 dnech 18 MPa. Tentýž cement při stejném vodním součiniteli se intenzivním roztíráním v porcelánové misce porcelánovým tloučkem ztekutil na kaši po 1 minutě míchání, celková doba roztírání činila 2 minuty a krychle za ostatních nezměněných podmínek měly pevnost v tlaku po 1 dnu 50 MPa a po 28 dnech 140 MPa.

Dále se podařilo vyrobit z uvedených jemných cementů na míchačkách s nuceným pohybem směsi v poloprovozním i provozním měřítku při prodloužených dobách míchání malty i betonů špičkových vlastností. Pokud výkon motoru pohánějícího míchačku nebyl dostatečný, aby překonal vysoké vnitřní tření těchto směsí, zvláště v prvních fázích míchání za mokra, byla míchačka méně plněna.

Způsob podle vynálezu je při snížených vodních součinitelích podmínkou k dosažení špičkových počátečních i konečných pevností a dalších příznivých užitných vlastností.

202 771

Popsané intenzivní rozmíchávání způsobem podle vynálezu je však výhodné i při větších vodních součinitelích, kdy sice ke zpráškování cementu ve větší míře nedochází, avšak kdy z důvodů uvedených výše se dosahuje pevností i dalších užitných vlastností řádově o desítky procent příznivějších, než za předpokladu běžných způsobů přípravy těchto směsí z jemných cementů.

Způsob podle vynálezu je v dalším blíže popsán na příkladu provedení.

Příklad

Beton z cementu o měrném povrchu $0,7 \text{ m}^2/\text{g}$ podle Blainea, umletého s 1,5 % hmot. lignosulfonanu sodného, při složení 120 kg cementu na 1 m^3 ztuhlého betonu, vodními součiniteli 0,32, hmot. poměru říční šterkopísk 0 až 8 mm : přírodní šterk 8 až 16 mm = 1 : 1 a další přísadě 1 % lignosulfonanu sodného, 1 % uhličitanu draselného a 1 % kyseliny borité při míchání směsi, vše vztaženo na hmot. cementu v betonu, byl umíchan při obvodové rychlosti 2,25 m/sec ve standardní oklopné bubnové míchačce o obsahu 50 l po dobu 3 minut. Celková energie spotřebovaná na rozmíchání směsi činila za předpokladu dvoutřetinové účinnosti míchačky 1500 J/kg, při výkonu 12 W/kg směsi, zatím co minimálně bylo zapotřebí při odhadnutém úhlu vnitřního tření $\varphi = 60^\circ$ k umíchání směsi energie $E = 3000 (1 - 0,5 (\text{tg}^2 (45^\circ - 0,5 \cdot 60^\circ))) = 2892 \text{ J/kg}$, při výkonu minimálně 20. $(\text{tg}^2 (45^\circ - 0,5 \cdot 60^\circ)) = 19,3 \text{ W/kg}$, podle vzorců uvedených výše. Beton se sice za těchto podmínek podařilo umíchat, ale krychle o hraně 100 mm, zhotovené z této směsi na vibračním stolku o frekvenci 50 Hz s amplitudou 0,5 mm po dobu 3 minut, vykazaly po 28 dnech tvrdnutí ve vodě pevnost v tlaku pouze 46 MPa. Týž beton byl umíchan ve vertikální vývojové míchačce o obsahu 50 l, pracující na principu nuceného pohybu směsi při maximální obvodové rychlosti 4,5 m/sec po dobu 4 minut. Celková vynaložená energie činila v tomto případě za předpokladu 80 %ní účinnosti míchačky 8000 J/kg, při výkonu 60 W/kg směsi. Při odhadnutém úhlu vnitřního tření $\varphi = 55^\circ$ této umíchané směsi, vycházela minimální potřebná energie $E = 3000 (1 - 0,5 \text{tg}^2 (45^\circ - 0,5 \cdot 55^\circ)) = 2851 \text{ J/kg}$, při výkonu 19 W/kg, takže skutečně dosažené hodnoty energie a výkonu byly zde vyšší než prahové hodnoty podle uvedených vzorců. Krychle zhotovené za stejných podmínek z této směsi dosáhly po 28 dnech tvrdnutí ve vodě pevnosti v tlaku 75 MPa.

P R Ě D M Ě T V Y N Á L E Z U

Způsob přípravy směsí z jemně mletých cementů o měrném povrchu větším než $0,5 \text{ m}^2/\text{g}$ podle Blainea při snížených vodních součinitelích za normálního atmosférického tlaku, vyznačený tím, že se rozmíchání směsi, obsahující vodu, provádí obvodovou rychlostí nejvýše 5 m/sec a že se v této fázi míchání dodá do 1 kg směsi mechanická energie vyšší než 3 000 J/kg, s výhodou 4 000 až 8 000 J/kg, při výkonu minimálně 20 W/kg, s výhodou 30 až

60 W/kg, přičemž hodnoty energie a výkonu se upravují přímo úměrně doplňku poloviny tangenciální složky vnitřního tření umíchané směsi.