

BEZCEMENTOVÉ SAMOTEKOUČÍ ŽÁROBETONY - VÝZNAMNÝ POKROK V TECHNOLOGII VÝROBY ŽÁROVZDORNÝCH NETVAROVÝCH MATERIÁLŮ

Ing. Jiří Pešek, CSc., Ing. Luboš Rybák, Ing. Pavel Fajfr
ŽÁROHMOTY, spol. s r.o., Třemošná

NONCEMENT SELF FLOWING CASTABLES - SIGNIFICANT PROGRESS IN THE UNSHAPED REFRACTORY MATERIALS PRODUCTION TECHNOLOGY

The effort in the research to find technology in the field of refractory unshaped materials, which could enable to produce materials, compared by their technical parameters to shaped, fired products was crowned by practical production and application non cement castables with CaO content lower than 0,2 %, self flowing and vibrocasting.

Authors of this paper present comparison of main technical parameters - apparent porosity, cold crushing strength, volume density and permanent linear change by firing samples, prepared from self flowing corundum refractory castables with different content of high alumina cement, which represent groups of low cement castables (LCC), ultra low cement castables (ULCC) and non cement castables (NCC) and dependence their technical parameters on the firing temperature in the range 100 - 1600 °C.

Evaluation of results obtained by samples testing at high temperature deformation under load and MOR at 1 500 °C. Technical parameters of NCC samples confirm the high quality self flowing NCC samples after firing at 1 600 °C and positive shift from LCC over ULCC towards NCC quality.

Achieved parameters :

- apparent porosity less than 15 %
 - cold crushing strength after firing at 1 600 °C/ 5 h more than 100 MPa
 - permanent linear change by firing less than 1 %
- are very favourable, installation of these materials by casting without vibration is very simple and very attractive for application.

1. Úvod

O přednostech žárobetonů obecně v hierarchii žárovzdorných materiálů bylo již řečeno velmi mnoho a není tedy důvodem jejich přednosti opět zdůrazňovat. Pozornost výzkumu, výroby a aplikace je v poslední době zaměřena na podstatné snižování obsahu cementu, který je nositelem CaO ve směsi, tedy složkou, která vždy vede k degradaci užitečných vlastností žárobetonů při použití v žáru, tj. žárovzdornosti, fyzikálně-chemických vlastností a tím i maximální teploty použití.

Tak se dospělo především na základě francouzských patentů firem PROST (1969) a LAFARGE (1977) k vývoji hmot s nízkým a velmi nízkým obsahem cementu (LCC a ULCC) a konečně ke hmotám bezcementovým (NCC), jež nepochybně stojí kvalitativně na vrcholu žárobetonových směsí.

Vývojem bezcementových žárobetonů (obsah CaO pod 0,2 %) dospěla technika do bodu,kdy je možno pomocí těchto hmot v převážné části aplikací nahradit pálené tvarové materiály i nejvyšší jakosti.Pokrok v tomto oboru dosáhl stavu,kdy materiály NCC jsou s pálenými výrobky kvalitativně shodné jak v chemickém složení a tedy i žárovzdornosti,tak i mechanicko-fyzikálními vlastnostmi po ohřevu na pracovní teplotu.

Dnes již není např.problém připravit žárobeton o zdánlivé pórovitosti na úrovni 10 % a vynikající objemové stálosti v žáru při použití.Tímto výzkumem se značně rozšířily možnosti použití žárobetonů na úkor pálených staviv a použití žárobetonů s nižším obsahem cementu,popř.bez cementu na úkor konvenčních žárobetonů s obsahem cementu nad 15 %.

Úspěchy,jichž bylo dosaženo při vývoji materiálů LCC,ULCC a NCC,byly podmíněny důsledným řešením zrnitostní skladby,např.použitím mikroplniv (mikrosiliky,aj.) a účinným ztekucením hmot.Tak je možné již úspěšně zpracovávat hmoty tzv.vibrolicí s obsahem záměsové vody i pod 4 % a samotekoucí pod 5 %. Samotekoucí materiály poskytují možnost zpracovávat širokou škálu jak co do jakosti,tak co do obsahu cementu s relativně velmi nízkým obsahem vody a dosáhnout bez použití vnější energie (vibrace,apod.) velmi dobrého zaplnění prostoru,vymezeného pro vyzdívku,do všech detailů a s vysokou hustotou.Tato technologie,aplikovaná společně s použitím materiálů NCC,přestavuje dnes hlavní zájem výroby a použití,je to perspektivní směr pro nejbližší období a představuje v oboru žárobetonů samotnou špičku.

2.Stat'

Záměrem autorů tohoto příspěvku je názorně ukázat,jak se mění parametry konkrétního druhu žárobetonu dle obsahu cementu a tedy i CaO v závislosti na teplotě výpalu.Byl zvolen žárobeton na bázi elektrokorundu,oxidu hlinitého,mikrosiliky,vysocehlinitého cementu a ztekucujících přísad,s celkovým obsahem Al_2O_3 90 %.Materiál byl zpracováván v laboratoři jako samotekoucí ve třech verzích - NCC,ULCC,LCC s obsahem cementu 0 - 4 - 7 % hmot.Obvyklým způsobem byly připraveny zkušební trámečky 230 x 64 x 54 mm,vysušeny a páleny na předepsané teploty - viz tab. 2 a grafy 1 - 4.Autoři zdůrazňují,že se nejedná o firemní materiál, ale o zvláště pro tento účel připravené vzorky

Tab 1 .

Odolnost proti deformaci v žáru a pevnost v ohybu v žáru při 1 500 °C

Parametry	Rozměr	NCC	ULCC	LCC
Odolnost proti deformaci v žáru	°C	1 695	1 575	1 485
Pevnost v ohybu v žáru při 1 500 °C	MPa	6,7	4,1	0,9

Tab. 2

Fyzikální vlastnosti samotekoucích hutných žárobetonů v závislosti na obsahu cementu a vypalovací teplotě.

Druh	Obsah % hmot.			par.	Dosažené hodnoty						
	cem.	CaO	vody								
NCC	0	0,2	4,5	LZ	-0,03	0,00	0,16	-0,06	-0,42	-0,21	-0,59
				OH	3,13	3,10	3,14	3,09	3,08	3,10	3,11
				PTL	12	16	22	101	240	184	145
				ZP	12,7	13,1	13,5	13,4	13,4	13,7	12,1
ULCC	4	0,8	5,5	LZ	0,06	-0,07	-0,16	-0,48	-0,58	-1,10	-1,09
				OH	3,17	3,14	3,09	3,11	3,05	3,07	3,05
				PTL	40	40	38	105	115	101	113
				ZP	14,7	17,0	16,7	17,5	17,4	14,5	14,0
LCC	7	1,4	6,5	LZ	0,03	-0,02	-0,17	-0,33	-0,51	-0,70	-1,42
				OH	2,97	2,83	2,90	2,96	2,85	2,93	2,86
				PTL	44	44	49	124	140	141	149
				ZP	16,2	19,3	19,5	19,2	19,5	19,1	16,3
Teplota výpalu °C/5hod					100	300	600	900	1200	1400	1600

Legenda :

- LZ trvalé lineární změny %
- OH objemová hmotnost g/cm³
- PTL pevnost v tlaku MPa
- PZ zdánlivá porovitost %

3.Hodnocení dosažených výsledků

Z tab.1+2 a grafů 1- 4 je naprosto jasně zřejmá závislost všech naměřených parametrů na obsahu cementu (obsahu CaO) resp.jeho negativní vliv. Množství záměsové vody stoupá s obsahem cementu v rozsahu 4,5 - 6,5 %, což má následně vliv na ostatní fyzikální vlastnosti směsí.

Lineární změny výpalem hovoří jasně ve prospěch materiálů NCC a mění se v závislosti na obsahu CaO.Hodnota 1,4 % u materiálu LCC je po výpalu cca 3 x vyšší než u NCC se stejným obsahem Al₂O₃.

Hodnota objemové hmotnosti se u materiálů NCC s teplotou výpalu téměř nemění a to ani v nízkých teplotách,kde u ostatních materiálů dochází k poklesu v důsledku dehydratace.To nepřímo svědčí o vysoké žárovzdornosti materiálu NCC,ani výpal na 1 600 °C nemá podstatný vliv na jeho objemovou stabilitu v žáru.U materiálů LCC a ULCC dochází k poklesu objemové hmotnosti při teplotách 1 200 °C při současně záporných lineárních změnách.To se vysvětluje zvýšenou tvorbou skelné fáze s nižší objemovou hmotností.

Zajímavý je průběh pevnosti v tlaku po vysušení a výpalu.Pevnost materiálu NCC vychází z poměrně nízkých hodnot, které do 600 °C jen mírně stoupají, načež dochází k dramatickému vzestupu pevnosti v rozmezí teplot 600 - 1 200 °C.Po výpalu na 1 200 °C dosahuje pevnost v tlaku u materiálu NCC cca 2 x vyšších hodnot než u materiálů ostatních,a to přesto, že jejich výchozí pevnost v tlaku byla podstatně vyšší.

Pevnost v tlaku materiálů LCC a ULCC se po výpalu na teploty 900 - 1 600 °C drží téměř na konstantní hodnotě.

Zdánlivá pórovitost je odrazem spotřeby záměsové vody, obsahu cementu a zrnitosti materiálů. Protože se však vzorky liší pouze obsahem cementu, jež je velmi nízký, lze vliv zrnitosti vyloučit. Z naměřených dat lze zcela jasně odvodit významný vliv obsahu záměsové vody na fyzikální vlastnosti materiálů.

Hodnoty vlastností v žáru dle tab.2 zcela jasně potvrzují předcházející závěry o negativním vlivu stoupajícího obsahu cementu na vlastnosti žárobetonů.

4. Závěr

Tato práce je určena především sféře uživatelů žárobetonů pro jejich lepší orientaci při výběru vhodného druhu materiálu pro konkrétní účely a pro rozlišení mezi jednotlivými skupinami žárobetonů. Bylo zde pouze potvrzeno (spec. na materiálech samotekoucích), že materiály NCC skutečně představují nejvyšší jakost ve všech ohledech a že se svými parametry skutečně vyrovnají páleným žárovzdorným stavivům. Samozřejmě, že parametry výrobků tzv. vibrolících jsou výrazně příznivější než ty, jež byly shora uvedeny a to vlivem množství záměsové vody při jinak stejném složení. I tak jsou dosažené výsledky příznivé - zvláště u vzorků bezcementových a naznačují, že aplikace bezcementových samotekoucích žárobetonů při zachování základních podmínek zpracování, poskytuje záruku vysoké jakosti díla.

Literatura

1. R.Krebs : Moderní řešení žárovzdorných problémů pomocí netvarových žárovzdorných materiálů.
UNITECR 1999, Berlín
2. J.Mosser, G.Karhut : Žárovzdorné materiály na přelomu tisíciletí
UNITECR 1999, Berlín
3. C.Durmus, Y.Sonmelzer, A.S.Metamin : Synthesis and properties of self flowing castables based on alumina.
Metallurgy Engineering Department Maslak, Istanbul, Turkey
4. A.Buhr, Dr. : Refractories for Steel Secondary Metallurgy
Alcoa Industrial Chemical Europe, Germany
5. D.van Garsel, J.van Heijden, R.Kockegey-Lorenz, G.W.Kriechbaum : New Development in calcium aluminate cements and in dispersing aluminas for microsilica-containing castable systems.
Conference on Refractories, Prague, 2000
6. D.Park : Recent development in material applications and installation techniques for cement free refractory monolithics.
Conference on Refractories, Prague 2000
7. ELKEM Refractories : Technical Reports and Papers
Norway, December 1998